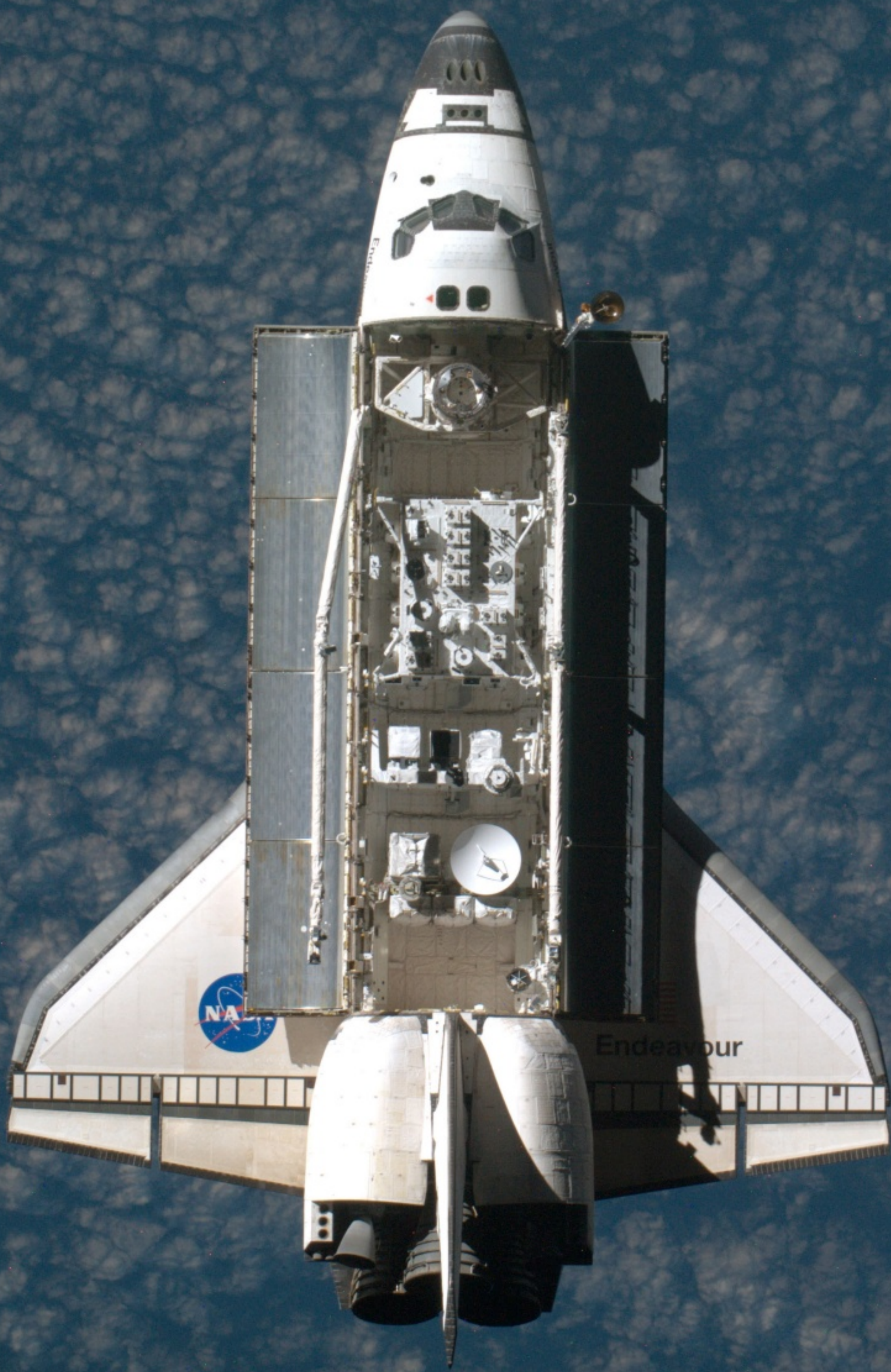
MISJA STS-127
ZAKOŃCZENIE BUDOWY
LABORATORIUM KIBO





Dowódca:
Mark L. Polansky (3)

Pilot:
Douglas G. Hurley (1)

Specjaliści Misji:
Christopher J. Cassidy (1)
Thomas H. Marshburn (1)
David A. Wolf (4)
Julie Payette (2)
Timothy Lennart Kopra (1)

Timothy Kopra jest członkiem Ekspedycji 19 i zmieni astronautę JAXA Koichi Wakatę, przybyłego na ISS z misją STS-119, który wraz z pozostałą załogą wróci na Ziemię.



Wspólne zdjęcie załogi STS-127
(STS127-S-002)

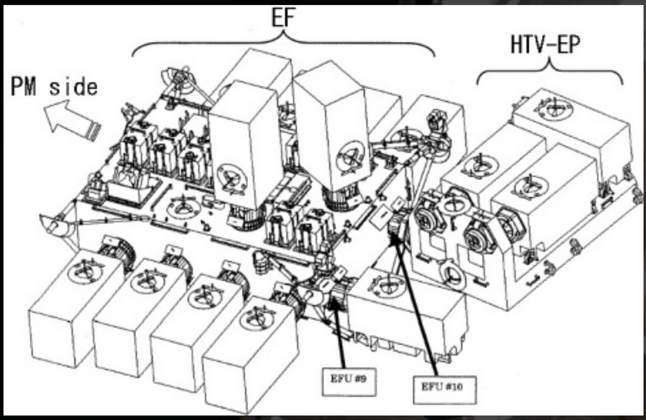


ŁADUNEK

Kibo Japanese Experiment Module Exposed Facility (JEM-EF) - dosłownie z angielskiego odsłonięta instalacja, zostanie przymocowana do Pressurized Module (PM) za pomocą specjalnego złącza EFBM. JEM-EF przypomina nieco taras, będą na nim umieszczane ładunki z materiałami doświadczalnymi. Dzięki temu ładunek będzie mógł zostać wystawiony na działanie warunków panujących w otwartej przestrzeni kosmicznej np. silne promieniowanie kosmiczne, ekstremalne wahania temperatury itp.

Kształtem przypomina prostopadłościan, jego wymiary są następujące:

- szerokość 5 metrów
- wysokość 3,8 metra
- długość 5,2 metra
- masa 4,1 tony



Schemat modułu Kibo EF
(JAXA)

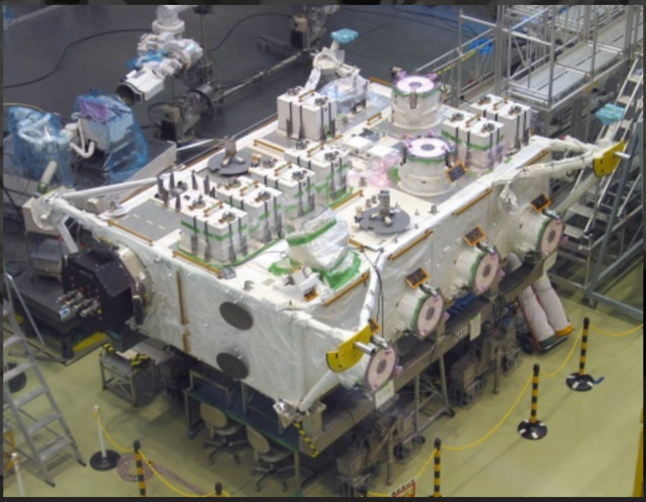
Moduł pobiera 11 kW mocy o napięciu 120 Voltów prądu stałego (DC). Czas eksploatacji przewidziany jest na więcej jak 10 lat.

Dzięki złączu EFBM dostarczana będzie energia elektryczna, chłodziwo, umożliwi ono komunikacje, transfer danych.
Część aktywna złącza znajduje się na PM, pasywna na EF.
Pod tym linkiem więcej szczegółowych danych.

Kibo Japanese Experiment Logistics Module - Exposed Section (ELM-ES) - jest jedną z dwóch sekcji ELM- modułu zaopatrzeniowo-magazynowego. ELM-ES dołączony będzie do JEM-EF za pomocą Payload Interface Unit (PIU). Pełni funkcje logistyczne, może być odłączony od JEM-EF i powrócić na Ziemie na pokładzie Shuttla. Na swojej powierzchni może pomieścić trzy ładunki użyteczne.

Wymiary ELM-ES:

- szerokość 4,9 metrów
- wysokość 2,2 metra
- długość 4,1 metra
- masa 1,2 tony
- maksymalny pobór mocy 1.0 kW o napięciu 120 Voltów prądu stałego (DC)



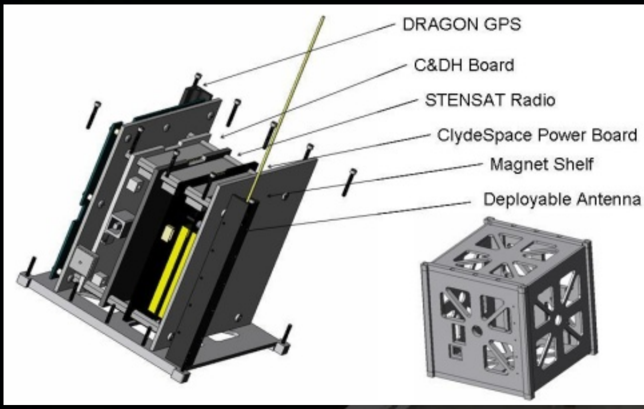
Moduł Kibo EF w Centrum Kosmicznym im. Johnsona
(NASA)

Czas eksploatacji przewidziany jest na więcej jak 10 lat.

Spacelab Pallet - Deployable 2 (SLP-D2) - jest to pozostałość po Spacelab - laboratorium wielokrotnego użytku wysyłane w przestrzeń kosmiczną na pokładzie wahadłowca. Laboratorium już nie ma, ale prace obecnie są wykonywane na pokładzie ISS. Zostały natomiast palety zewnętrzne. Pierwsza z nich Deployable 1 została użyta podczas misji STS-123, Deployable 2 zostanie wysłana właśnie podczas misji STS-127. Mają one kształt litery U i mogą być na niej zamontowane wszelkiego

rodzaju instrumenty zewnętrzne np. teleskopy.

Integrated Cargo Carrier - Vertical Light Deployable (ICC-VLD) - zawiera 6 nowych baterii, które mają być zamontowane na miejsce starych, umieszczonych na kratownicy P6. Stare baterie zamienią się miejscami z nowymi i wrócą na Ziemię. Pozostałe elementy czyli: LDU (Linear Drive Unit), PM-2 (Pump Module-2), SGANT (Space to Ground Antennae) zostaną przeniesione do External Stowage Platform-3 (ESP-3) [zewnętrzna platforma ładunkowa] w czasie jednego ze spacerów kosmicznych.



Schemat satelity Dragonsat
(NASA/University of Texas)

DRAGONSAT Payload - NASA GPS Demonstrator i Studencki pikosatelita zbudowany przez Texas A&M University i University of Texas.

OPÓŹNIENIA STARTU

Start misji STS-127 pierwotnie miał mieć miejsce 13 czerwca 2009r. Jednak podczas tankowania zewnętrznego zbiornika paliwa wykryto wyciek gazowego wodoru w obrębie płyty łączącej przewody odprowadzające opary wodoru z zewnętrznym zbiornikiem paliwa (Ground Umbilical Carrier Plate - GUCP). System ten jest odpowiedzialny za odprowadzanie gazowego wodoru zbierającego się w zbiorniku podczas tankowana. Wyciek nastąpił gdy prawie zakończono wypełniane zbiornika wodoru i tankowanie przechodziło w etap dopełniania ubytków paliwa. Wyciek próbowano usunąć poprzez zamykanie i otwieranie zaworu. Operacja ta była powtarzana cztery razy, jednak podwyższony poziom wodoru był nadal rejestrowany. Z tego powodu o godzinie 04:26 UTC start został anulowany. Podobny problem pojawił się wcześniej podczas misji STS-119 wahadłowca Discovery. Start przełożono zatem na 17 czerwca - oficjalne zatwierdzony 15 czerwca.

Przełożenie startu wymusiło przesunięcie startu sond księżycowych LRO i LCROSS. Problemem była dostępność tylko jednego radaru śledzącego starty, który wymagał w tym przypadku rekonfiguracji i musiała ona potrwać około dwóch dni. Kolejną możliwą datą startu był 20 czerwca. Był to jednak ostatni dzień w którym start ten był możliwy. Później misję uniemożliwiłyby niekorzystne temperatury związane z oświetleniem na orbicie ISS. Teoretycznie start 21 czerwca również byłby możliwy, ale wymusiłby skrócenie misji i usunięcie z niej jednego spaceru kosmicznego. Potem start był możliwy już tylko w lipcu.

W celu usunięcia wycieku wymieniona została uszczelka w obrębie GUCP. Stwierdzono, że niewielkie fragmenty uszczelki odstawały od ET, prawdopodobnie z powodu zmiennej temperatury wywołanej przetaczaniem materiałów kriogenicznych. Odliczanie do startu zostało wznowione 16 czerwca o godzinie 17:15 UTC (w czasie T-11 godzin). 17 czerwca tankowanie zewnętrznego zbiornika paliwa zostało rozpoczęte o godzinie 03:10 UTC, ale opóźniło się z powodu burzowej pogody. Na początku procedury tankowania obserwowano niewielki wyciek wodoru w GUCP. Odbiegał on od właściwych parametrów, ale mieścił się w normach (stężenie wodoru 40 000 ppm, czyli 4%). Niestety o godz. 04:56 UTC ponownie wykryto wyciek przekraczający normy bezpieczeństwa, na poziomie około 60 000 ppm. Ponownie starano się usunąć go poprzez otwieranie i zamykanie zaworu - nie przyniosło to jednak rezultatów. Start został anulowany o godzinie 05:55 UTC.

Przyczyna wycieku była więc bardziej złożona niż pojedyncza wada uszczelki. W toku dalszych prac stwierdzono, że źródłem problemu była najprawdopodobniej bardzo niewielka niedokładność montażu kołnierza linii odprowadzającej opary wodoru na zewnątrz zbiornika ET. Postanowiono zastosować uszczelkę innego typu w zewnętrznej części kołnierza, zapewniającą ściślejszy kontakt z elementami ET. Zmniejszało to jej kurczenie się w niskiej temperaturze, co doprowadzało do wycieków. W następnych dniach w miejsce sztywnej uszczelki teflonowej zainstalowana została dwuczęściowa uszczelka elastyczna. We wcześniejszych misjach taką uszczelkę zastosowano dwukrotnie, ale potem powrócono do starego typu, ponieważ do tej pory zapewniał on mniejsze wycieki wodoru. Jednak w obu przypadkach zastosowania uszczelki dwuczęściowej wycieki mieściły się w normach. Po wymianie uszczelki zaplanowane zostało próbne tankowanie mające na celu potwierdzenie skuteczności naprawy. Kolejna datą startu stał się 11 lipca. Test został wykonany 1 lipca. Podczas próbnego tankowania zaobserwowano tylko



Burze nad wyrzutnią LC-39A w dniu 10 lipca (JSC2009-E-143027 - NASA/Bill Ingals)

minimalne wycieki wodoru, jego stężenie wynosiło około 12 ppm, co było na granicy mierzalności. Dzięki temu start był możliwy już 11 lipca, z oknem startowym trwającym jednak tylko przez 4 dni. Wahadłowiec musiał odcumować od stacji do dnia 27 lipca z powodu planowanego dokowania statku Progress M-67 (misja 34P).

Tankowanie zewnętrznego zbiornika paliwa rozpoczęło się 9 lipca o godzinie 02:00 UTC (w czasie T-43 godziny). Start był zaplanowany na 11 lipca. Tego dnia jednak odwołano go z powodu burzowej pogody i dużej ilości błyskawic w okolicach stanowiska startowego. W odległości 548 metrów od wyrzutni wystąpiło 11 wyładowań atmosferycznych, a siedem z zarejestrowanych błyskawic uderzyło w system chroniący wyrzutnię przed wyładowaniami. Dwie z nich znajdowały się w odległości przekraczającej próg bezpieczeństwa. Jest to ważna kwestia, ponieważ błyskawice powodują powstanie pola elektrycznego generującego pole magnetyczne. Wywołuje ono powstanie napięcia w przewodach, które po przekroczeniu pewnego poziomu może doprowadzić do uszkodzenia części wyposażenia. Dwie z zarejestrowanych błyskawic wywołały przepływ prądu



Fatalne warunki pogodowe nad KSC 12 lipca (JSC2009-E-143035 - NASA/Bill Ingals)

o napięciu 110V i z tego powodu konieczna była analiza stanu systemów wahadłowca, zewnętrznego zbiornika paliwa oraz silników SRB, co wymagało dodatkowego czasu. Start został zatem przełożony o dobę. Na 12 lipca prognozy pogody dawały 70% szans na zadowalające warunki atmosferyczne. W międzyczasie szybko wykluczono uszkodzenie systemów ET oraz silników SSME i związanych z nimi układów. Dodatkowych testów wymagały systemy elektroniczne wahadłowca oraz systemy pirotechniczne odpowiedzialne za odrzucanie SRB. Te dokładniejsze testy również przebiegły pomyślnie.

12 lipca nie napotkano żadnych problemów

technicznych podczas odliczania do startu. Nie wystąpiły wycieki wodoru w obrębie GUCP. Załoga zajęła miejsca w kabinie, niestety po południu pogoda zaczęła się pogarszać. W strefie startu pojawiły się burze ciągnące z zachodu. Naruszyły one reguły bezpieczeństwa dotyczące zarówno odległości miejsca startu od atmosferycznej aktywności elektrycznej (74 kilometry od stanowiska startowego) jak i strefy powrotu do KSC (37 kilometrów od pasa lądowania) w przypadku przerwania startu z powodu awarii silników SSME. Okno startowe trwało tylko 5 minut, nie można więc było czekać na polepszenie się warunków meteorologicznych. Start został odwołany w czasie wbudowanego hold na T-9 minut. Przełożono go o dobę. Na następny dzień szanse na akceptowalną pogodę wynosiły 60%.

13 lipca start ponownie został odwołany z powodu burz w odległości 37 kilometrów od stanowiska startowego. Podobnie jak poprzedniego dnia nie wystąpiły żadne problemy techniczne i anulowano go z powodu warunków atmosferycznych w czasie hold na T-9 minut. Następnego dnia szanse na dobrą pogodę wynosiły tylko 40%, więc zdecydowano się na opóźnienie startu o 48 godzin. 15 lipca prognozy mówiły o 60% szans na odpowiednią pogodę. Pozwalało to również na naprawę osłony przeciwdeszczowej silników, która nieznacznie się obsunęła. Opóźnienie to powodowało jednak konieczność reorganizacji planu misji - głównie czasu wolnego załogi oraz pakowania wyposażenia przed odcumowaniem. Wahadłowiec musiał odcumować od stacji przed dokowaniem statku Progress M-67. Jego start był zaplanowany na 24 lipca, a dokowanie na 27 lipca. Mógłby znajdować się na orbicie do 5 dni, ale musiałby zacumować do dnia 29 lipca. Start wahadłowca w dniu 15 lipca zapewniał wykonanie pełnego planu misji. Później wymagane byłoby anulowanie jednego spaceru kosmicznego. Po 16 lipca próby startu nie byłyby kontynuowane i start zostałaby opóźniony do 27 lipca.





Załoga STS-127 przed pojazdem Astrovan, który zabierze ich na wyrzutnię startową LC-39A (STS127-S-007)

LAUNCH DAY
FLIGHT DAY 1

Start ostatecznie miał miejsce dnia 15 lipca 2009r, czyli w przeddzień 40 rocznicy startu Apolla 11. Była to już szósta próba. Tego dnia nie wystąpiły większe problemy techniczne podczas ostatniej fazy odliczania - jedynie ogniwo paliwowe nr 3 sprawiało niewielkie problemy. Działało prawidłowo, ale istniała możliwość, iż ulegnie ono awarii przy niskim stanie zasilania, po podłączeniu systemu elektrycznego wahadłowca od zasilania ze stacji. Również pogoda tym razem była akceptowalna. Wahadłowiec Endeavour wystartował ze stanowiska startowego LC-39A Centrum Lotów Kosmicznych im. Kennedy'ego rozpoczynając swoją 23 misję kosmiczną o godzinie 22:03:10 UTC. W chwili startu Międzynarodowa Stacja Kosmiczna przelatywała na wysokości 362 kilometrów ponad centralnym Oceanem Spokojnym. Faza wznoszenia przebiegała bez



Uruchomienie silników SRB na paliwo stałe (STS127-S-046)



Prom kosmiczny Endeavour opuszcza wyrzutnię
(STS127-S-051)



Wahadłowiec wnosi się nad KSC
(STS127-S-058)

problemów, za wyjątkiem kilku wyraźnych przypadków utraty pianki izolacyjnej z zewnętrznego zbiornika paliwa. Silniki SRB zostały odrzucone po 2 minutach i 5 sekundach po stracie. Wyłączenie silnika głównego (Main Engine Cutt-off - MECO) nastąpiło po 8 minutach i 31 sekundach po stracie. Wahadłowiec znalazł się następnie na wstępnej trajektorii o perygeum na wysokości 58 kilometrów i apogeum 230 kilometrów. Wejście na zaplanowana orbitę okołoziemską nastąpiło za pomocą silników OMS w ramach manewru OMS-2. Został on wykonany o godzinie 22:41 UTC - zmiana szybkości wynosiła 29.3 m/s. Uzyskana orbita charakteryzowała się perygeum o wysokości 155 kilometrów, oraz apogeum 232 kilometrów. Po wejściu na orbitę otwarte zostały drzwi ładowni. Krótko po stracie astronauci wykonali



Tłum na brzegu Banana River obserwuje starto wahadłowca kosmicznego
(STS127-S-069)



Odłączony zbiornik główny ET-131 promu kosmicznego Endeavour
(S127-E-005015)



Tom Marshburn w skafandrze ACES
(S127-E-005107)

zdjęcia i nagrania wideo odrzuconego zewnętrznego zbiornika paliwa. Uruchomili również ramię zdalnego manipulatora (Remote Manipulator System - RMS) i skonfigurowali pozostałe systemy wahadłowca. Ponadto rozłożona została do tej pory schowana w ładowni antena pasma Ku (Ku-band Antenna). Podczas startu kamera zainstalowana na zewnętrznym zbiorniku paliwa zaobserwowała wiele odłamków. Od chwili opuszczenia wyrzutni do czasu 2 minut i 20 sekund zaobserwowano łącznie 15 przypadków uwalniania odłamków. Najwyraźniejsze nastąpiły w 103, 106, 114, 132 i 133 sekundzie lotu. Jeden z odłamków został zauważony również przez astronautów w 107 sekundzie lotu. Część z zaobserwowanych fragmentów była ewidentnie fragmentami pianki izolacyjnej z powierzchni zewnętrznego zbiornika paliwa, ale część mogła też być lodem. Dwa odłamki wyraźnie uderzyły w płytki osłony termicznej na spodniej stronie orbitera. Miało to miejsce jeszcze przed oddzieleniem się rakiet

pomocniczych SRB. Nie było jednak żadnych dowodów, aby odłamki uderzyły również w przednie panele skrzydeł, które najbardziej się nagrzewają podczas wejścia w atmosferę. Później, podczas przechodzenia przez górne warstwy atmosfery zaobserwowano jeszcze kilka innych przypadków uwalniania odłamków, w tym w 6 minucie lotu. Jednak odłamki uwalniane po 2.5 minutach po stracie nie stanowią już niebezpieczeństwa. Kamera na ET pokazała, iż około 9 płytek osłony termicznej doznało pewnych uszkodzeń. Nie było jednak dowodów, aby uszkodzenia te mogły stanowić jakiś problem. Odłamki często pojawiają się podczas startów wahadłowców, ale w tym wypadku ich ilość była znacznie większa niż podczas wcześniejszych misji. Ilość wykrytych fragmentów mogła być jednak związana z oświetleniem. Start odbywał się w pełni dnia, przez co zewnętrzny zbiornik paliwa był oświetlony znacznie lepiej niż podczas kilku wcześniejszych, wieczornych startów. Do oceny stanu osłony termicznej potrzebna była analiza zdjęć ze startu, danych z radaru



Astronautka Julie Payette po osiągnieciu orbity (S127-E-005112)



Dowódca misji Mark Polansky w kokpicie Endeavour (S127-E-005113)



Pilot Doug Hurley na górnym pokładzie STS-127 (S127-E-005129)



Dave Wolf pracuje na środkowym pokładzie wahadłowca Endeavour
(S127-E-005141)

śledzącego start, informacji z czujników uderzeń pod przednimi panelami skrzydeł, skanowania za pomocą OBSS i ostatecznie zdjęć spodu wahadłowca uzyskanych przed cumowaniem do ISS w trakcie manewru RPM. Wymagało to więc kilku dni. Pod koniec dnia załoga przesłała ręczne nagrania wideo ET, jednak trudno było na nich zauważyć miejsca z których odrywała się pianka.

FLIGHT DAY 2

Drugi dzień misji, 16/17 lipca UTC był pierwszym pełnym dniem astronautów na orbicie. Na początku dnia Mark Polansky i Doug Hurley wykonali manewr NC-2 za pomocą silników OMS, modyfikujący orbitę wahadłowca przed cumowaniem do stacji. Załoga rozłożyła również pierścień systemu cumowniczego orbitera (Orbiter Docking System - ODS). Ponadto astronauci sprawdzili funkcjonowanie ręcznego dalmierza laserowego oraz innych narzędzi używanych w trakcie cumowania. Potem za pomocą kamery manipulatora RMS przejrzano powierzchnię gondoli systemu OMS w celu wyszukania ewentualnych uszkodzeń izolacji. Głównym zadaniem dnia był jednak przegląd stanu osłony termicznej wahadłowca. Badania zostały wykonane za pomocą systemu sensorów wysięgnika orbitera (Orbiter Boom Sensors System - OBSS). OBSS znajdował się na bocznej stronie ładowni. Został pochwycony przez manipulator zdalny wahadłowca (Remote Manipulator System – RMS) i stanowił jego przedłużenie. Za pomocą tego systemu astronauci wykonali skanowanie przednich krawędzi skrzydeł, oraz przedniej części orbitera. Najpierw badana była krawędź skrzydła prawego, następnie obszar dziobowy, a na końcu krawędź skrzydła lewego. Testy te trwały około 5 godzin, podobnie jak podczas poprzednich misji wahadłowców do ISS. Prowadzili je astronauci Chris Cassidy, Tom Marshburn, Dave Wolf, Timothy Kopra i Julie Payette. Skanowanie przebiegało bez problemów, a zebrane dane zostały przekazane na Ziemię celem



Zdjęcie ładowni wahadłowca; na pierwszym planie widoczny węzeł cumowniczy (S127-E-006238)

dokładnej analizy. Załoga nie dostrzegła żądnych znacznych uszkodzeń elementów osłony termicznej. Za pomocą OBSS nie badano płytek na spodzie orbitera. Dokładniejsze obejrzenie uszkodzeń zauważonych przez kamerę zamontowaną na zewnętrznym zbiorniku paliwa było więc możliwe dopiero przed cumowaniem do ISS. Podczas dnia Wolf, Cassidy, Marshburn i Kopra sprawdzali również skafandry EMU w których mieli wykonać łącznie 5 spacerów kosmicznych. Przejrzeli również narzędzia przeznaczone do użycia podczas EVA. Ponadto zainstalowana została kamera w systemie cumowniczym, używana podczas dokowania do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Pod koniec dnia wykonany został kolejny manewr



Doug Hurley sprawdza procedurę aktywacji OBSS (S127-E-006245)



Julie Payette steruje ramieniem SRMS (S127-E-006255)



Endeavour na orbicie okołoziemskiej podczas operacji skanowania osłony termicznej za pomocą OBSS (S127-E-006262)

z użyciem silników OMS (NC-3) modyfikujący orbitę. Na ISS załoga zajmowała się przygotowaniami do cumowania wahadłowca. Przejrzała między innymi procedury związane z fotografowaniem spodniej strony orbitera. Tymczasem na Ziemi przedstawiono wyniki analiz nagrania ze startu z kamery na ET oraz zdjęć zewnętrznego zbiornika paliwa, uzyskanych zaraz po jego odrzuceniu przez aparat fotograficzny umieszczony na spodzie orbitera, przy liniach paliwowych. Zdjęcia ET wyraźnie pokazały, że oderwały się z niego duże paski pianki izolacyjnej, odsłaniając nagą, metalową obudowę. Większość z nich znajdowała się na powierzchni międzyzbiornika - sekcji ET położonej pomiędzy zbiornikami ciekłego tlenu i ciekłego wodoru. Zaobserwowano około dziesięciu takich miejsc na ścianie ET zwróconej w stronę orbitera, a na stronie przeciwnej mogło znajdować się około pięciu innych uszkodzeń. Ponadto dwa z nich znaleziono w górnej części zbiornika, na sekcji ciekłego tlenu, w miejscu gdzie



Julie Payette na górnym pokładzie wahadłowca (S127-E-006307)



Pilot misji STS-127 Doug Hurley pracuje na swoim stanowisku na górnym pokładzie Endeavour (S127-E-006318)



Tom Marshburn wygląda przez okno promu (S127-E-006351)

przymocowana jest linia wyrównująca ciśnienie. Ponieważ ta część zbiornika nie styka się bezpośrednio ze zbiornikami materiałów kriogenicznych, pianka na międzyzbiorniku jest cienka i ma około 1 cala grubości. Nie oczekiwano jej utraty w tym miejscu. Mechanizm który doprowadził do ich oderwania pozostawał więc nieznany i najwyraźniej był odmienny od mechanizmów badanych w poprzednich lotach. W celu jego poznania zaplanowano testy naziemne ma zbiorniku ET-132. Zwykle, odrywanie się pianki powodowało rozszerzanie się mikropęcherzyków powietrza zamkniętych w jej wnętrzu, które gwałtownie się rozszerzały podczas wznoszenia. Dwie strefy uszkodzeń płytek na spodzie orbitera powstały w czasie 107 sekundy lotu oraz 8 sekund później. W pierwszej strefie wystąpiły dwa wyraźne uszkodzenia, wywołane przez piankę z międzyzbiornika. W drugiej strefie wystąpiło znacznie mniejsze uszkodzenie, wywołane przez piankę z linii wyrównującej ciśnienie. Odłamki zdarły ciemną, zewnętrzną warstwę

płytek, wykonaną z borokrzemianu. Nic nie wskazywało jednak, aby uszkodzenia były znaczne - oceniano je na mniejsze niż podczas misji STS-125 wahadłowca Atlantis.

FLIGHT DAY 3

Trzeciego dnia misji, 17/18 lipca wahadłowiec Endeavour zacumował do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Na początku dnia zrzucono namiar wody produkowanej przez ognia paliwowe. Gdy wahadłowiec jest zacumowany do stacji zrzuty takie są ograniczone, ponieważ zamarzająca woda mogłaby osadzić się na części jej wyposażenia. W czasie dnia wykonany został manewr korygujący orbitę NC-4. Wykonano go z zastosowaniem systemu OMS o godzinie 13:42 UTC. Następnie, o godzinie 15:17 UTC uruchomiono silniki w ramach manewru rozpoczynającego procedurę cumowania (Terminal Initiation Burn - TI). Manewr ten, wykonany w odległości 14,8 kilometra od Stacji pozwolił na wejście na kurs kolizyjny z ISS i zbliżenie się do niej podczas kolejnej orbity. Dalsza korekta została wykonana w ramach manewru MC-4 o godzinie 16:34 UTC. Po zbliżeniu się do stacji rozpoczął się manewr obrotu wahadłowca (Rendezvous Pitch Maneuver - RPM), zastosowany po raz pierwszy podczas



Przygotowania do cumowania z ISS
(S127-E-006555)



Christopher Cassidy w tylnej części kabiny
(S127-E-006556)



Półwysep Synaj i delta Nilu widoczne z pokładu wahadłowca Endeavour
(S127-E-006561)



Astronautka CSA, Julie Payette, w fotelu pilota na górnym pokładzie wahadłowca Endeavour (S127-E-006577)

lotu ULF1 (misja STS-114 wahadłowca Discovery). Za manewr ten odpowiedzialny był dowódca misji - Mark Polansky. Został on wykonany w odległości 183 metrów od ISS. Rozpoczął się o godzinie 16:54 UTC i polegał na wykonaniu pełnego obrotu wokół osi poprzecznej promu, tak aby astronauci znajdujący się na ISS mogli wykonać zdjęcia osłony termicznej przy użyciu aparatów cyfrowych wyposażonych w obiektywy 400 i 800 milimetrów



Christopher Cassidy, Tim Kopra i Doug Hurley na pokładzie promu kosmicznego STS-127 (S127-E-006588)



Pilot Doug Hurley na fotelu dowódcy
(S127-E-006591)



Mark Polansky, dowódca misji STS-127
(S127-E-006594)

(rozdzielczość odpowiednio 3 i 1 cal na piksel). Fotografie wykonywali Gennady Padalka i Mike Barratt. Zdjęcia zostały następnie przesłane na Ziemię i szczegółowo przeanalizowane. Tak jak podczas wcześniejszych lotów do ISS uzyskano około 300 fotografii. Po zakończeniu obrotu, załoga promu ustawiła wahadłowiec wprost na stację, z obszarem nosowym skierowanym w kierunku głębokiej przestrzeni kosmicznej. W odległości 122 metrów od ISS rozpoczął końcowy manewr zbliżania. Na tym etapie Mark Polansky ręcznie sterował wahadłowcem. Następnie rozpoczęto procedurę cumowania do stacji. Z dolnym węzłem cumowniczym ciśnieniowego łącznika PMA-2, przy przednim węźle cumowniczym modułu Harmony zetknął się pierścień cumowniczy systemu dokowania orbitera ODS. Po fizycznym połączeniu za pomocą rygli mocujących uzyskano połączenie hermetyczne. Cumowanie zostało odnotowane o godzinie 17:47 UTC. W tym czasie oba statki kosmiczne przelatywały na wysokości 354 kilometrów ponad północnym

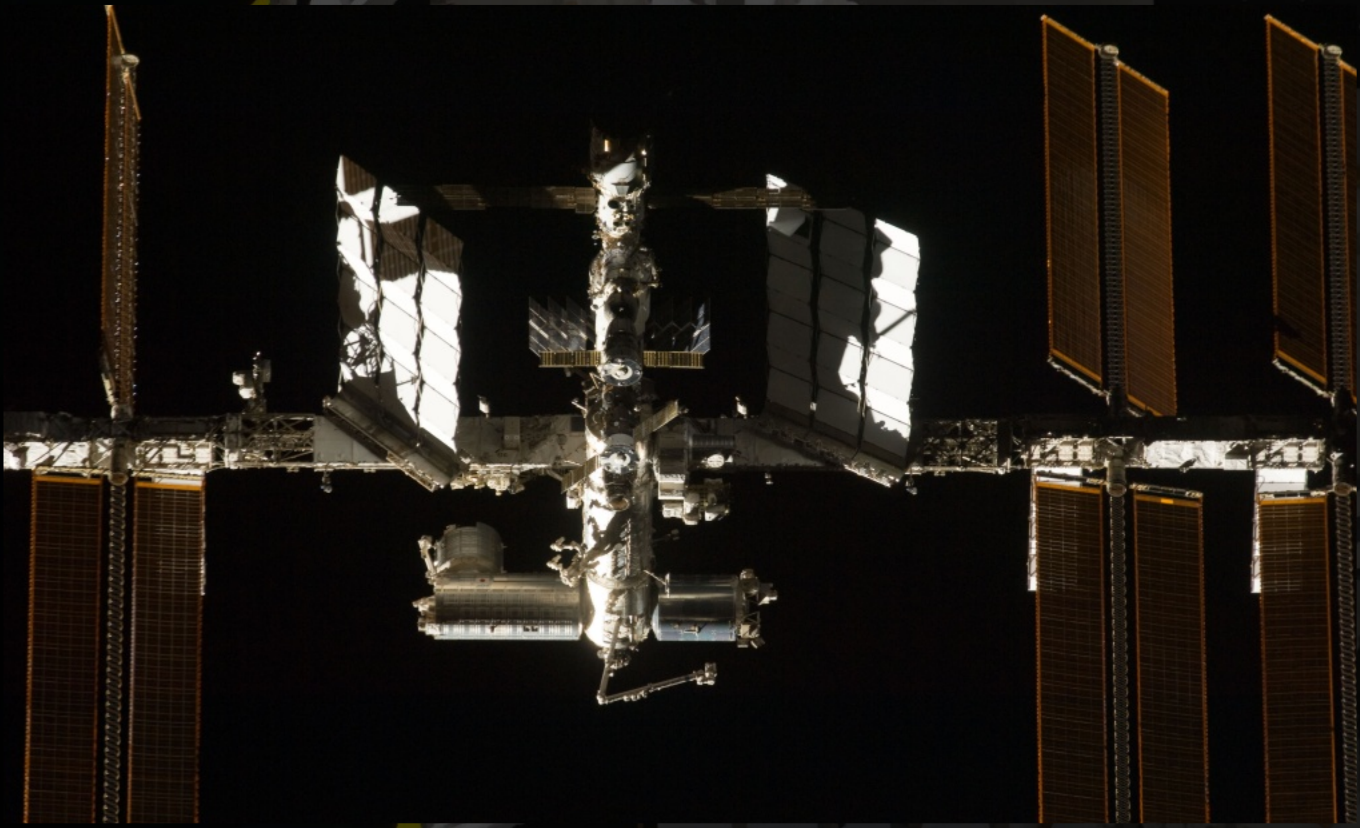


Julie Payette, astronautka CSA
(S127-E-006595)

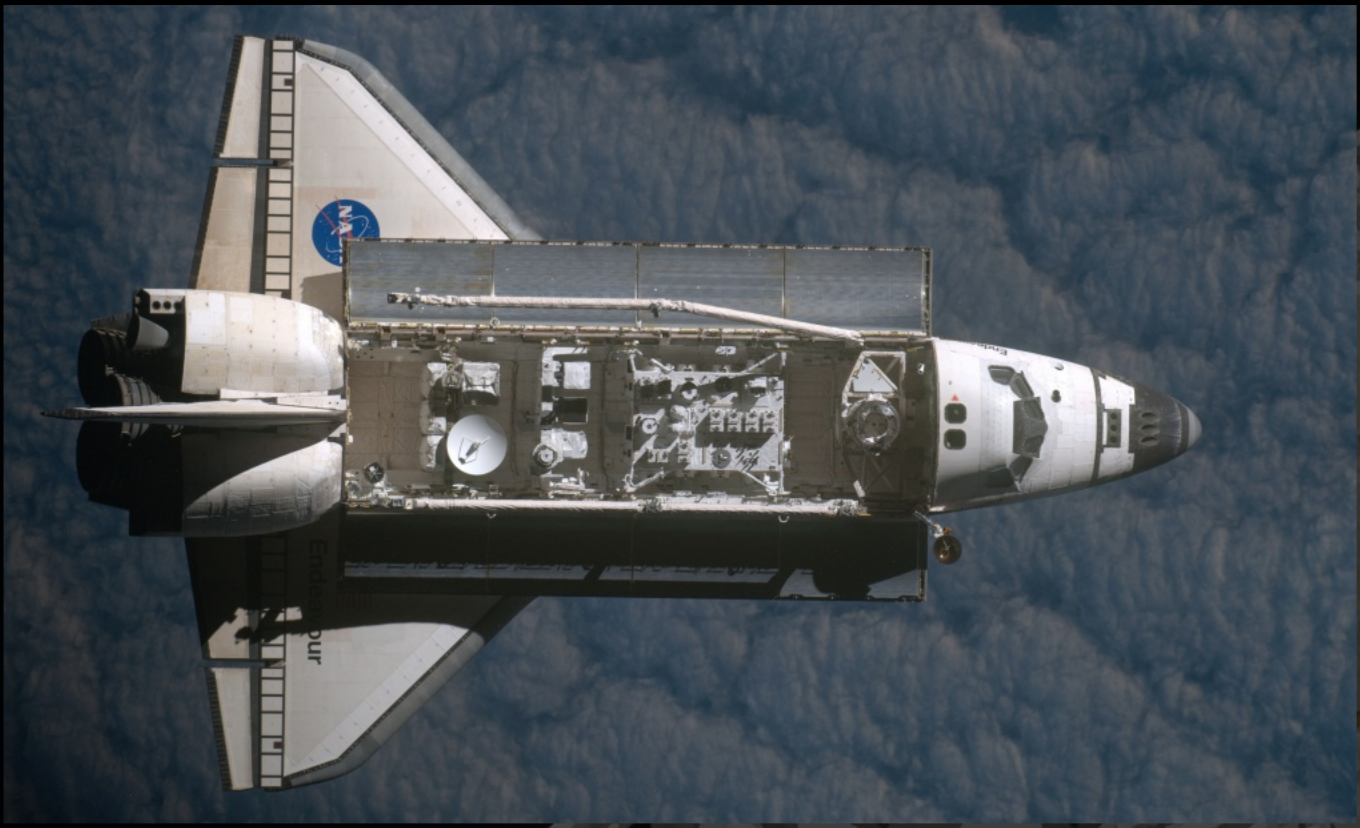


Christopher Cassidy z dalmierzem laserowym mierzącym odległość do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (S127-E-006600)

wybrzeżem Australii z szybkością około 8 km na sekundę. Cumowanie przebiegło bez żadnych problemów i zostało wykonane na kilka minut przed planowanym czasem. Następnie załoga przeprowadziła testy szczelności połączenia. Włazy między wahadłowcem a stacją

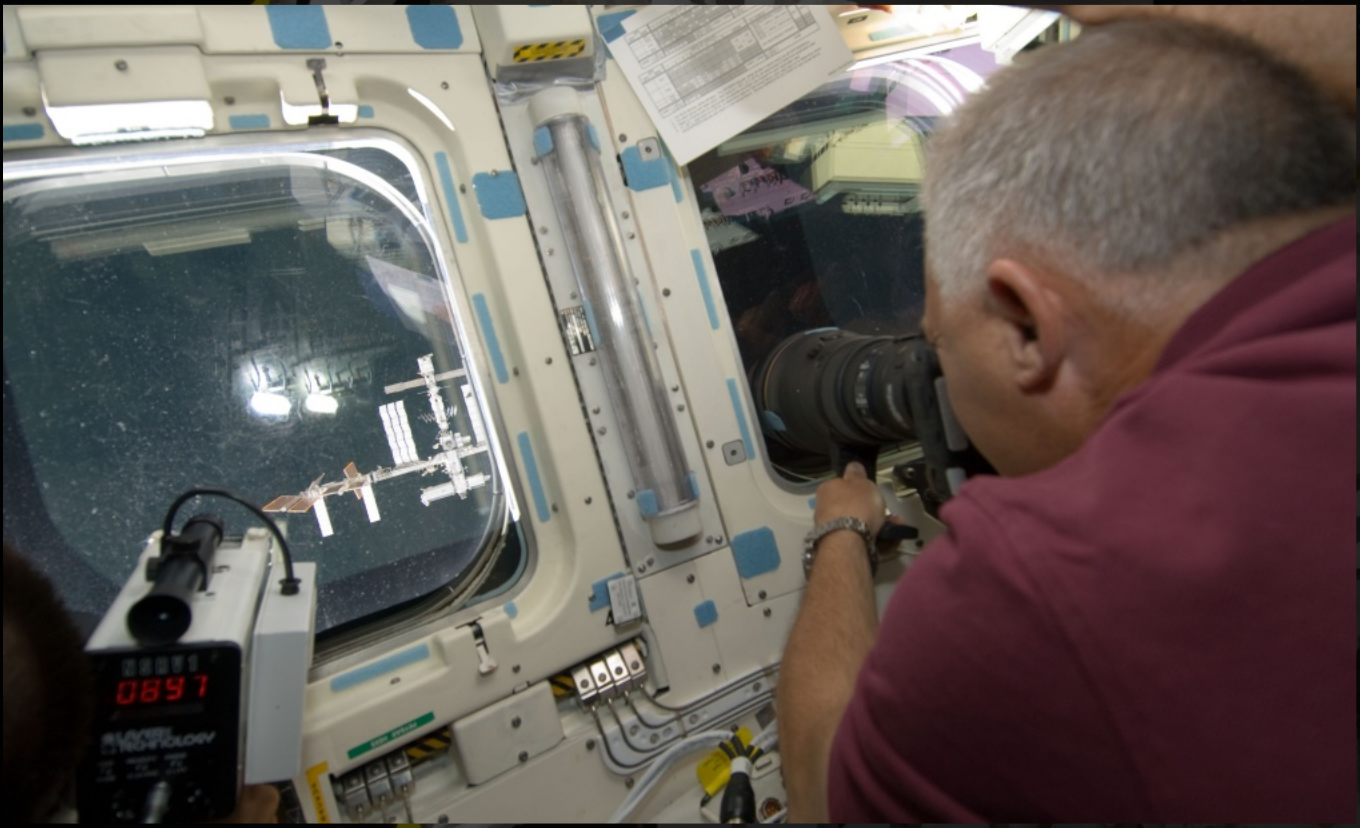


Międzynarodowa Stacja Kosmiczna, widoczna z pokładu wahadłowca w trakcie podchodzenia do kompleksu (S127-E-006371)



Endeavour podchodzi na pocyzję umożliwiającą przeprowadzenie manewru RPM
(ISS020-E-021320)

zostały otworzone po 2 godzinach od cumowania, o 19:48 UTC. Wtedy w module Harmony spotkała się załoga promu Endeavour (Mark Polansky, Douglas Hurley, David Wolf, Christopher Cassidy, Julie Payette, Thomas Marshburn i Timothy Kopra) oraz 20 stała załoga



Dave Wolf fotografuje kompleks orbitalny stacji kosmicznej podczas wykonywania podejścia do ISS
(S127-E-006639)



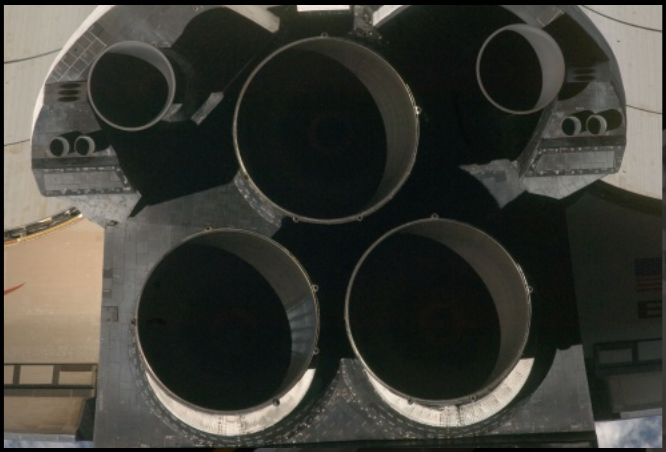
Fotografia wykonana z pokładu STS-127; u góry widoczny moduł Zwiezda; po prawej uszkodzenie radiatora (S127-E-006381)



Endeavour w trakcie manewru RPM (ISS020-E-021363)

Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, czyli Ekspedycja 20. Ekspedycję 20 Stanowski Gennady Padalka, Michael Barratt, Koichi Wakata, Roman Romanenko, Robert Thirsk i Frank De Winne. Wakata przybył na ISS w ramach lotu STS-119 wahadłowca Discovery zastępując Sandrę Magnus w składzie Ekspedycji 18. Padalka i Barratt dotarli na ISS statkiem Soyuz TMA-14 w ramach misji 18S. Wraz z Wakatą tworzyli Ekspedycję 19. Romanenko, De Winne i Thirsk dołączyli do nich podczas misji 19S (lot statku Soyuz TMA-15), tworząc z pozostałymi członkami załogi Ekspedycję 20. W czasie długoterminowej misji Ekspedycji 19 i Ekspedycji 20 wykonano dwa spacery kosmiczne oraz przyjęto statek zaopatrzeniowy Progress M-02M (misja 33P). Ekspedycja 20 była pierwszą 6-sobową załogą stacji. Po cumowaniu wahadłowca Endeavour na ISS po raz pierwszy znajdowało się więc aż 13 osób. Po krótkiej ceremonii powitalnej i standardowej odprawie bezpieczeństwa, na statek Soyuz przeniesiony został profilowany fotel

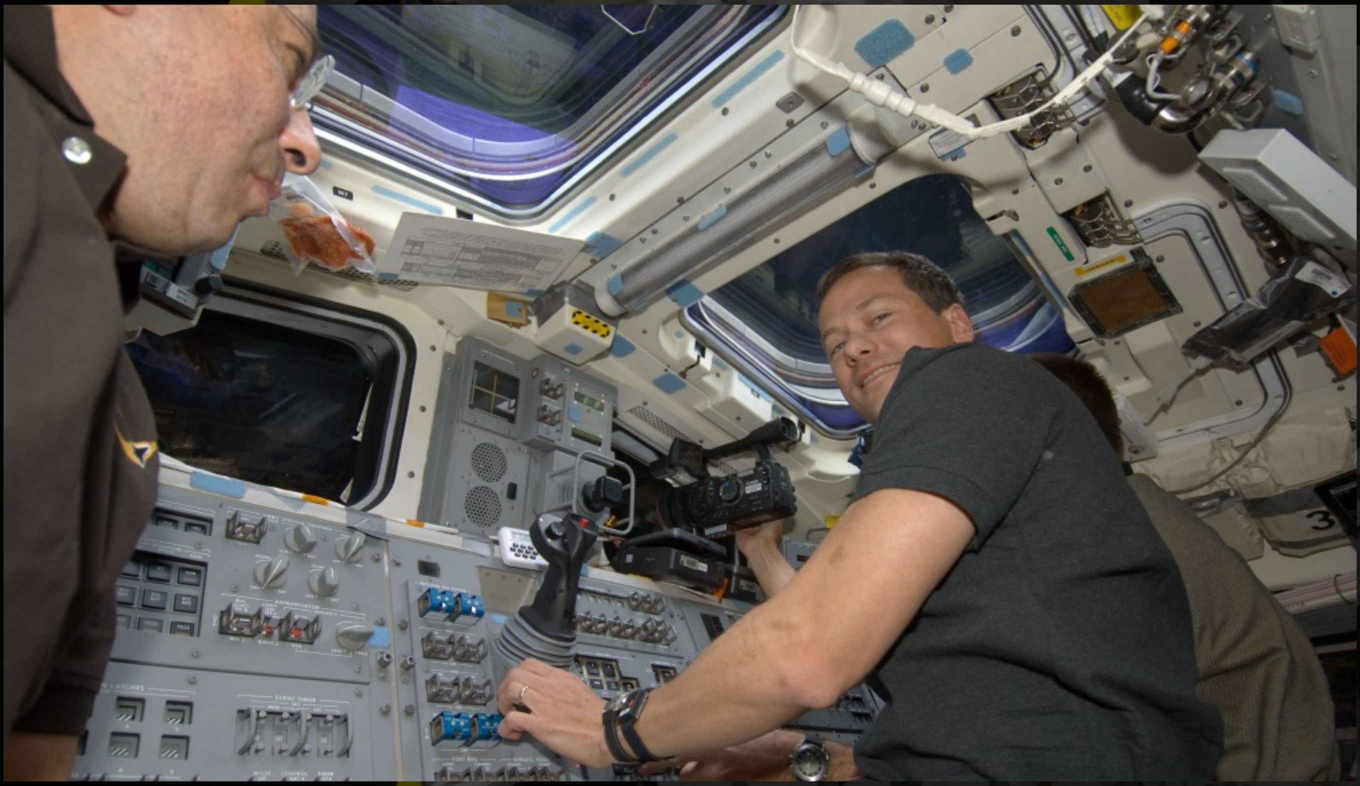
Timothyego Kopry. Tym samym oficjalnie stał się on członkiem Ekspedycji 20. Koichi Wakata oficjalnie dołączył natomiast do załogi wahadłowca Endeavour. Wymiana zakończyła się o 21:22 UTC. W czasie dnia astronauci przenieśli na stację skafandry EMU oraz narzędzia stosowane podczas spacerów kosmicznych. Przejrzeli też procedury związane z pierwszym spacerem kosmicznym zaplanowanym na następny dzień. Ponadto, za pomocą silniczków wahadłowca orbita ISS została podwyższona o około 1,6 kilometra w celu uniknięcia bliskiego przelotu odłamka orbitalnego o numerze katalogowym 84180. Manewr ten trwał 15 minut. Astronauci Wolf i Kopra spędzili noc w śluzie Quest przed pierwszym spacerem kosmicznym - dzięki ciśnieniu obniżonemu z 14.7 psi do 10.2 psi możliwe było szybkie usunięcie azotu rozpuszczonego w krwi. Tymczasem na Ziemi trwały analizy stanu osłony termicznej wahadłowca. Wstępny przegląd zdjęć z RPM nie wykazał innych uszkodzeń poza dwoma strefami otarcia zewnętrznych warstw płytek zauważonych podczas startu. Nie budziły one jednak większego zainteresowania specjalistów, choć analiza tych obrazów była nadal w toku. Zakończono natomiast analizę



Sekcja napędowa wahadłowca widoczna z ISS (ISS020-E-021620)



Endeavour po zakończeniu RPM (ISS020-E-021653)

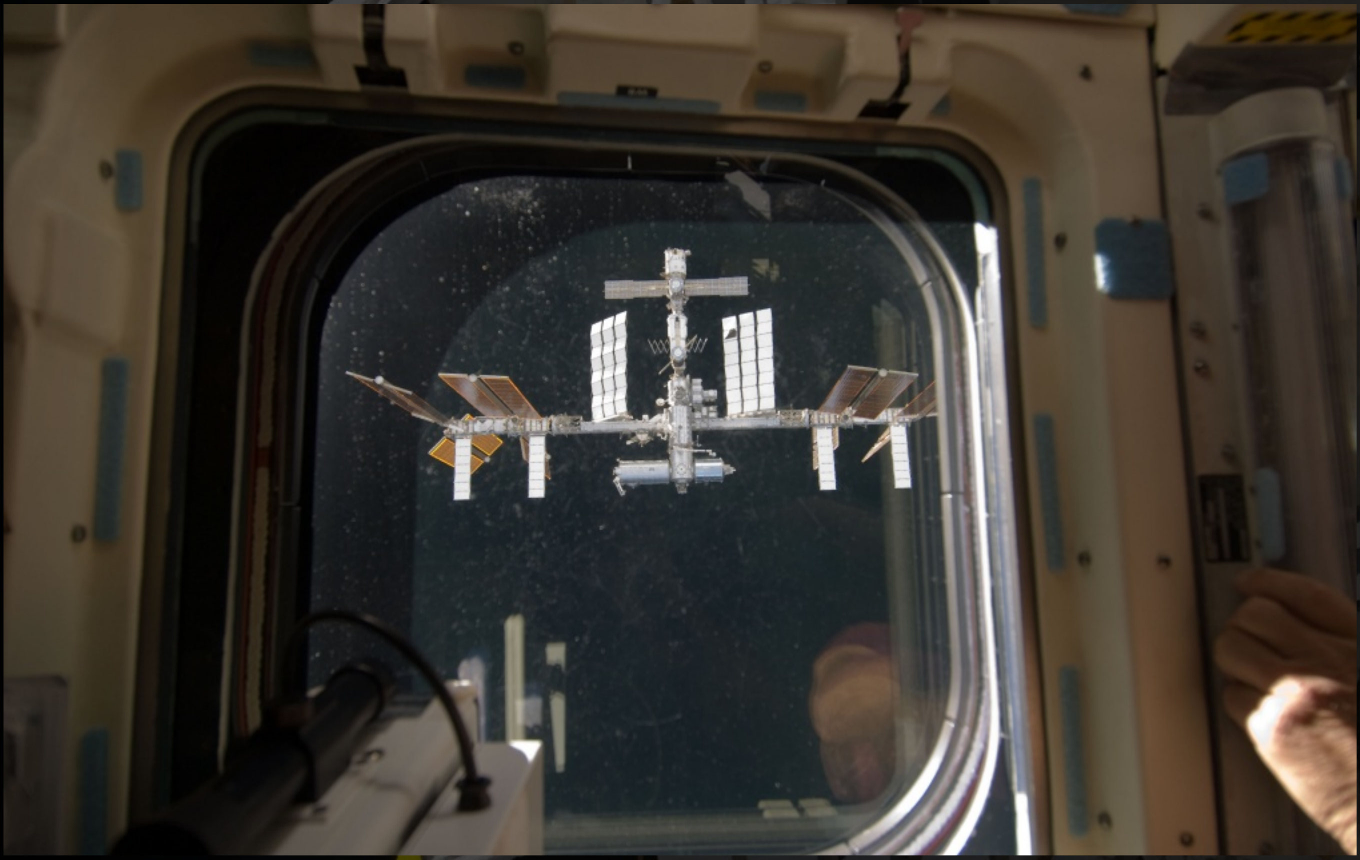


Tom Marshburn filmuje podejście do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej po zakończeniu manewru RPM (S127-E-006666)



Zbliżenie na przednią część wahadłowca, widoczne otwory dysz systemu RCS oraz okna kabiny (S127-E-006639)

danych uzyskanych za pomocą OBSS. Na krawędziach skrzydeł oraz na obszarze dziobowym nie znaleziono żadnych uszkodzeń. Odzyskano również silniki SRB - zapisy z umieszczonych



Międzynarodowa Stacja Kosmiczna widoczna podczas ostatniej fazy podejścia do węzła cumowniczego (S127-E-006678)



Astronauci Tom Marshburn (po lewej) oraz Dave Wolf świętują udane cumowanie do ISS (S127-E-006702)

na nich kamer planowano przejrzeć 19 lipca. Mogły one dostarczyć istotnych informacji na temat utraty pianki w obszarze międzyzbiornika.



Astronauta Tom Marshburn zagląda przez okno śluzy oddzielającej Endeavour od Stacji (S127-E-006706)

FLIGHT DAY 4
EVA-1

Czwartego dnia lotu, 18/19 lipca odbyła się instalacja platformy JEM EF oraz pierwszy spacer kosmiczny misji STS-127, czyli EVA 1. Do podstawowych zadań EVA 1 należało przygotowanie JEM EF do montażu, przygotowanie zintegrowanego nosiciela ładunku - modelu wyjmowanego pionowo (Integrared Cargo Carrier - Vertical Light Deploy - ICC-VLD) do wyciągnięcia z ładowni, przygotowanie wyposażenia JEM EF do instalacji oraz rozłożenie dwóch nosicieli ładunku - systemu przyłączania ładunków nie będących pod ciśnieniem (Unpressurized Cargo Carrier Attachment System - UCCAS) i systemu przyłączania ładunku użytecznego (Payload Attachment System - PAS). Astronauci David Wolf i Timothy Kopra ubrani w skafandry EMU opuścili pokład stacji poprzez śluzę Quest o godzinie 16:19 UTC. Po skonfigurowaniu narzędzi Wolf przeszedł po strukturze stacji na koniec modułu JEM Kibo. Tam zdjął



Julie Payette i Koichi Wakata na pokładzie ISS (ISS020-E-022321)



Koichi Wakata i Doug Hurley pracują przy systemie sterowania CanadArm2 (ISS020-E-021848)



Tim Kopra i Dave Wolf, ubrani w skafandry EMU w śluzie Quest przed rozpoczęczęciem EVA-1 (ISS020-E-021858)



Christopher Cassidy pomaga założyć SAFER (ISS020-E-021867)

niewielkie arkusze izolacji termicznej na aktywnej części mechanizmu łączącego dla JEM EF (Exposed Facility Berthing Mechanism - EFBM) która połączy JEM Kibo z JEM EF. W tym celu usunął cztery klamry. Później, usunięte elementy izolacji wyrzucił w kosmos. Następnie zdjął dwa ograniczniki manipulatora JEM RMS, które częściowo zasłaniały pole widzenia kamery tego ramienia. W tym czasie Kopra pracował w ładowni wahadłowca Endeavour. Zajmował się zdejmowaniem izolacji termicznej z aktywnej części EFBM, na końcu platformy JEM EF. Usunął on cztery klamry, zdjął izolację i zabezpieczył ją w pojemniku na narzędzia w ładowni. Następnie odłączył kabel zasilający JEM EF. Kabel ten dostarczał energii z konwertera mocy wahadłowca (Assembly Power Converter Unit - APCU) i służył do zasilania grzejników od startu do czasu aktywacji tego modułu. Odłączenie kabla zakończyło przygotowania do instalacji JEM EF. Platforma ta, o masie blisko 3800 kilogramów została następnie wyciągnięta z ładowni wahadłowca za

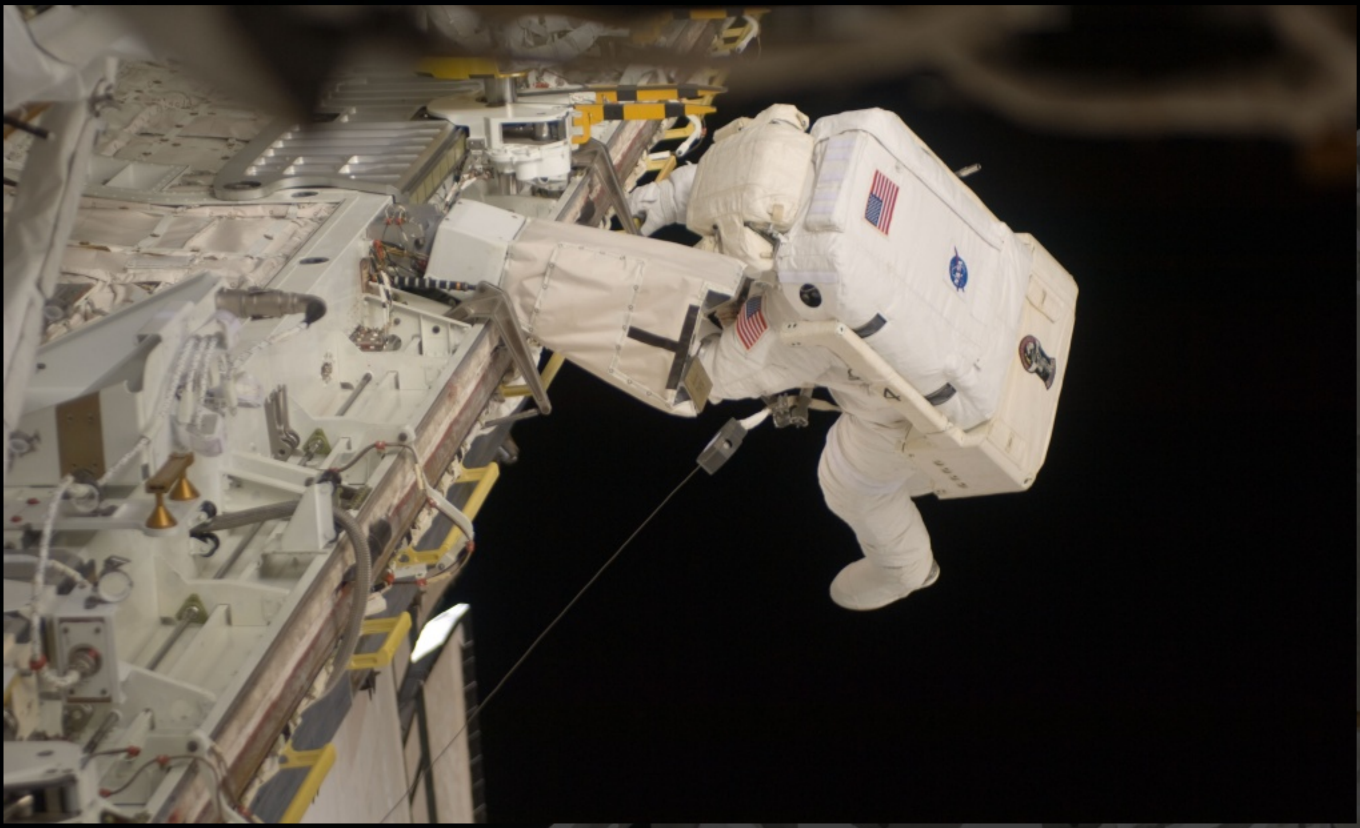


Tim Kopra przemieszcza się po modułach stacji kosmicznej w kierunku ładowni wahadłowca Endeavour (STS127-E-006810)

pomocą ramienia stacji CanadArm2, którego bazą operacyjną był interfejs danych i mocy (Power and Data Grapple Fixture) modułu Harmony. Platforma została przesunięta nad prawym skrzydłem wahadłowca. CanadArm2 był obsługiwany przez Douga Hurleya i Koichi Wakatę za pomocą stacji sterowniczej w module Destiny. JEM EF został następnie przejęty przez ramię RMS wahadłowca. Obsługą tego ramienia zajmowali się Mark Polansky i Julie Payette na pokładzie wahadłowca. CanadArm2 został następnie odłączony od JEM EF. Spacer kosmiczny trwał już 3 godziny. Następnie, Kopra zajął się odłączaniem kabli zasilających nosiciela ICC-VLD zawierającego duże części zamienne dla stacji. Potem zdjął osłony chroniące przed zanieczyszczeniami jeden z eksperymentów przeznaczonych dla JEM EF - system obrazujący całe niebo w zakresie rentgenowskim (Monitor of All-sky X-ray Imager - MAXI). Znajdował się on na nosicielu JEM ELM ES. Następnie Kopra przemieścił się na moduł Harmony, gdzie

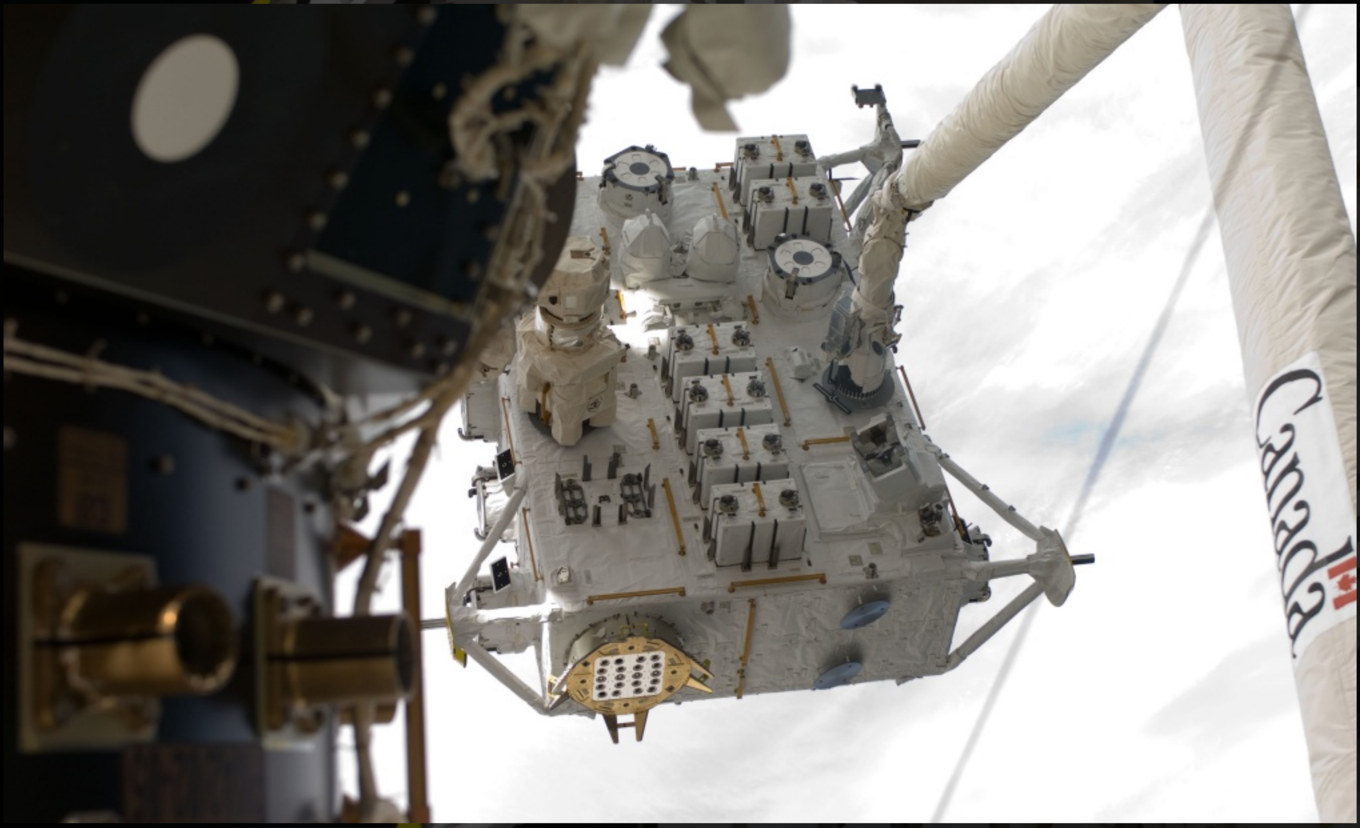


Tim Kopra w ładowni promu kosmicznego (STS127-E-006816)



Tim Kopra tuż po odłączeniu przewodu łączącego Kibo EF z systemami promu Endeavour (STS127-E-006832)

zabezpieczył osłonę jednego z jego mechanizmów cumowniczych (Common Berthing Mechanism - CBM). Potem przemieścił się po strukturze stacji w okolice kratownicy ITS Z1. Tam pozostawił część narzędzi w przeznaczonym na nie pojemniku. Następnie przeszedł na

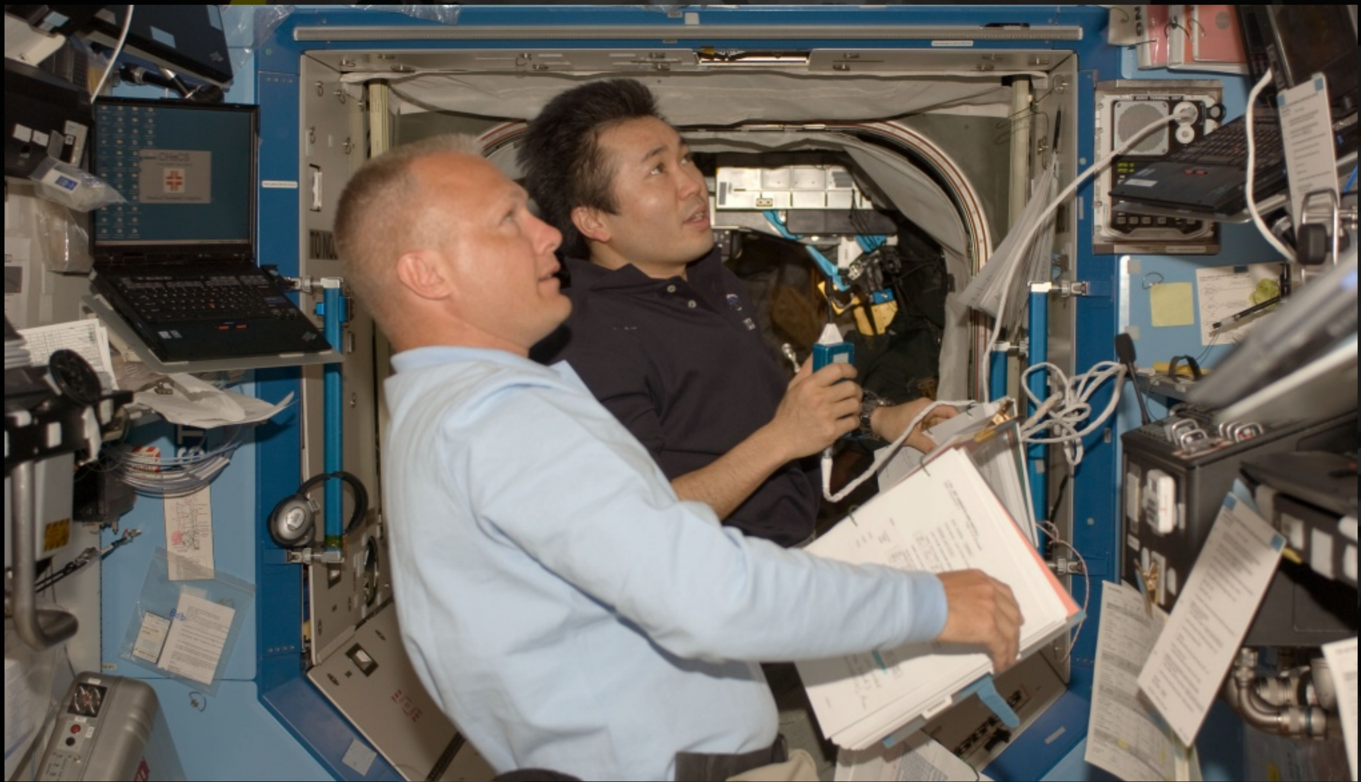


Transport modułu Kibo Exposed Facility za pośrednictwem ramienia manipulatora SRMS wahadłowca (S127-E-006835)

lewą stronę modułu Unity, gdzie otworzył osłonę jednego z CBM. W tym czasie RMS dostarczył JEM EF w miejsce w którym czekał on na ponowne przejęcie przez CanadArm2. CanadArm2 po uwolnieniu JEM EF wykonał relokację - jego wolny chwytak przyłączył się do PDGF-3 na MBS zaparkowanym w strefie roboczej numer 6 głównej kratownicy, a chwytak na przeciwległym końcu odłączył się od PDGF na module Harmony. Następnie CanadArm2 ponownie pochwycił JEM EF utrzymywany przez RMS. Po odłączeniu chwytaka RMS, CanadArm2 rozpoczął powolne przemieszczanie platformy w kierunku JEM Kibo. Tymczasem Wolf przeszedł z powierzchni modułu JEM Kibo na lewą część głównej kratownicy stacji. Przemieścił się na segment ITS S0, gdzie poluzował cztery rygle mocujące zbiornik amoniaku (Ammonia Tank Assembly - ATA). Miało to na celu przyspieszenie prac podczas późniejszych spacerów kosmicznych w trakcie kolejnej misji na ISS. Potem zajął się pracą na transporterze załogi i wyparzenia (Crew and Equipment Transportation Aid - CETA), czyli wózku przeciąganym wzdłuż szyn na kratownicy. Tam przesunął obejmę na stopy oraz ręczny



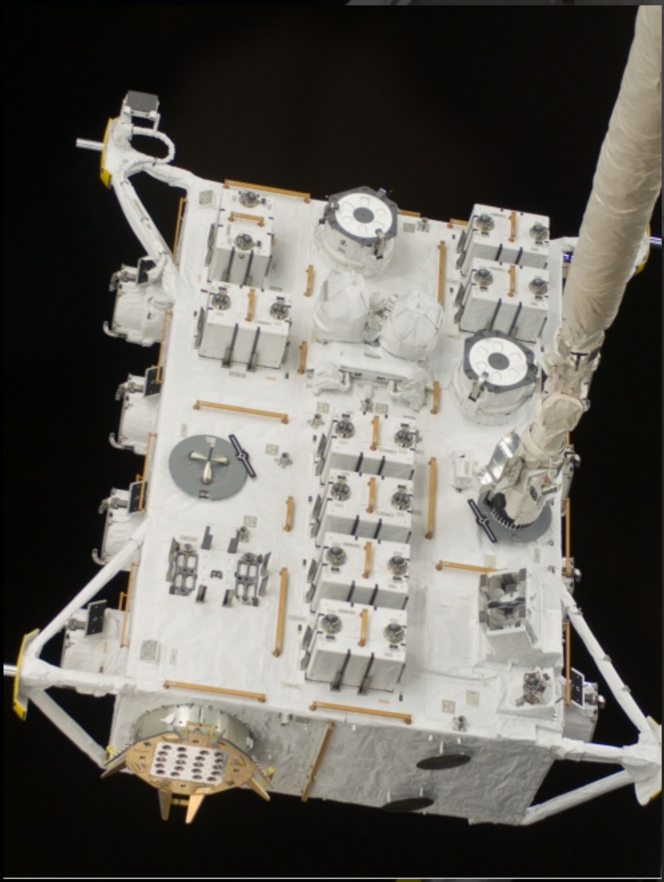
Tim Kopra podczas EVA-1
(STS127-E-006846)



Doug Hurley i Koichi Wakata podczas operacji przesunięcia ramienia stacji do nowej pozycji
(STS127-E-006848)

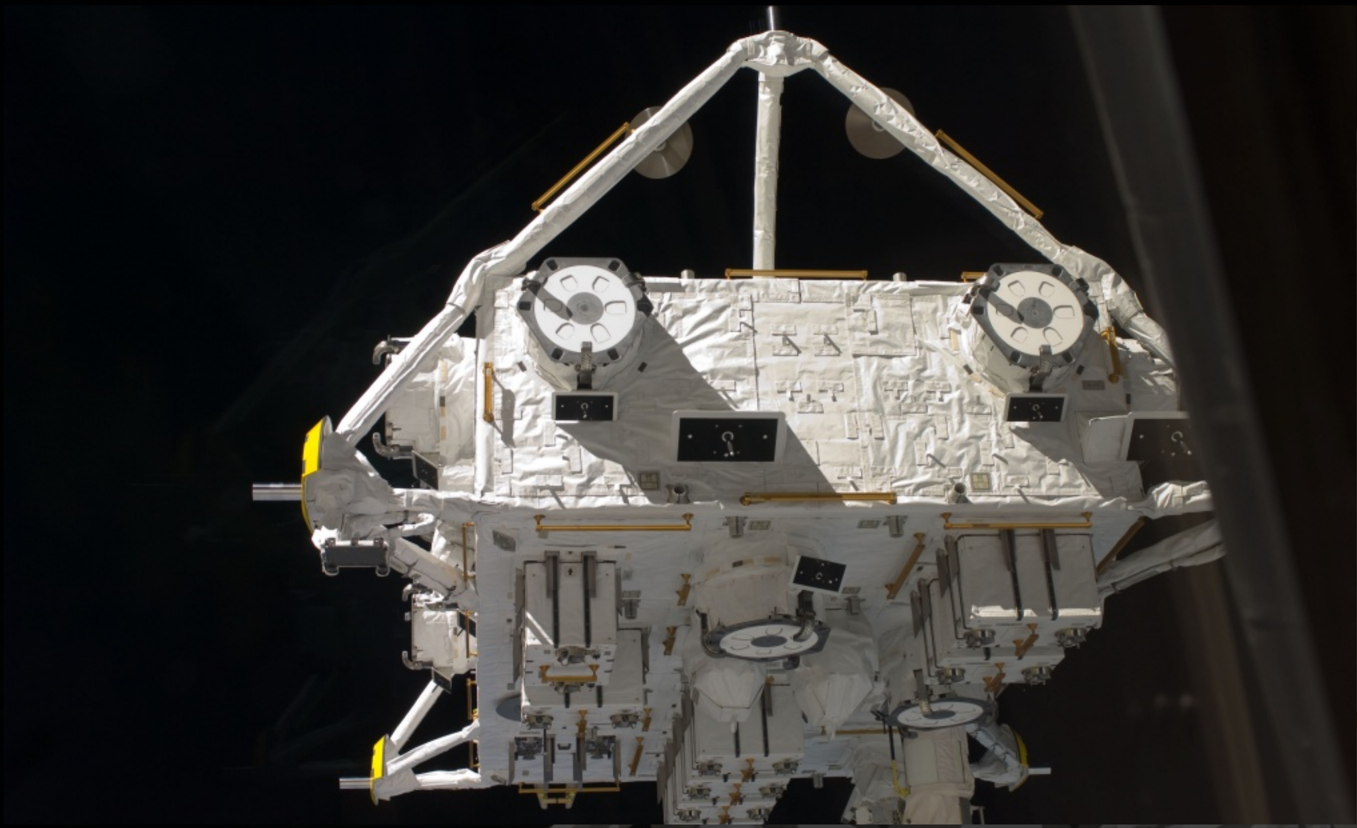


Dave Wolf podczas pracy przy Unpressurized Cargo Carrier Attachment System (UCCAS) (ISS020-E-021965)



Ramię SRMS przenosi nowy moduł JEM EF (S127-E-006852)

hamulec. Elementy te mogły przeszkadzać w rotacji złącza SARJ. Później na kratownicę udał się również Kopra. Razem udali się na sekcję P3 kratownicy ITS P3/P4. Tam zajęli się rozkładaniem systemu UCCAS. Podczas wcześniejszej misji STS-119 wahadłowca Discovery mechanizmu tego nie udało się do reszty rozłożyć. Szpila mocująca, która zabezpieczała zatrzaski tego mechanizmu została wtedy nieprawidłowo zainstalowana i nie udało się jej wsunąć do końca. W celu rozłożenia UCCAS zastosowali specjalnie zaprojektowane narzędzie pozwalające na wsunięcie zablokowanej szpili. Tym razem udało się tę operację przeprowadzić z powodzeniem i UCCAS został w pełni rozłożony. Na tym etapie spaceru astronauci mieli zająć się rozkładaniem mechanizmu PAS na sekcji S3 kratownicy ITS S3/S4. Jednak z powodu godzinnego opóźnienia zdecydowano się usunąć to zadanie z planu spaceru. Pozostały czas mógł być przeznaczony na wykonanie szybszych prac dodatkowych. W tym czasie ramię CanadArm2 dostarczyło platformę JEM EF



Tim Kopra tuż po odłączeniu przewodu łączącego Kibo EF z systemami promu Endeavour
(STS127-E-006832)

na koniec modułu JEM Kibo. Tymczasem astronauci wykonali jeszcze dodatkowe zadanie jakim była instalacja izolacji na kablach systemu transferu energii ze stacji do wahadłowca (Station-to-Shuttle Power Transfer System - SSPTS). Po wykonaniu tego zadania astronauci

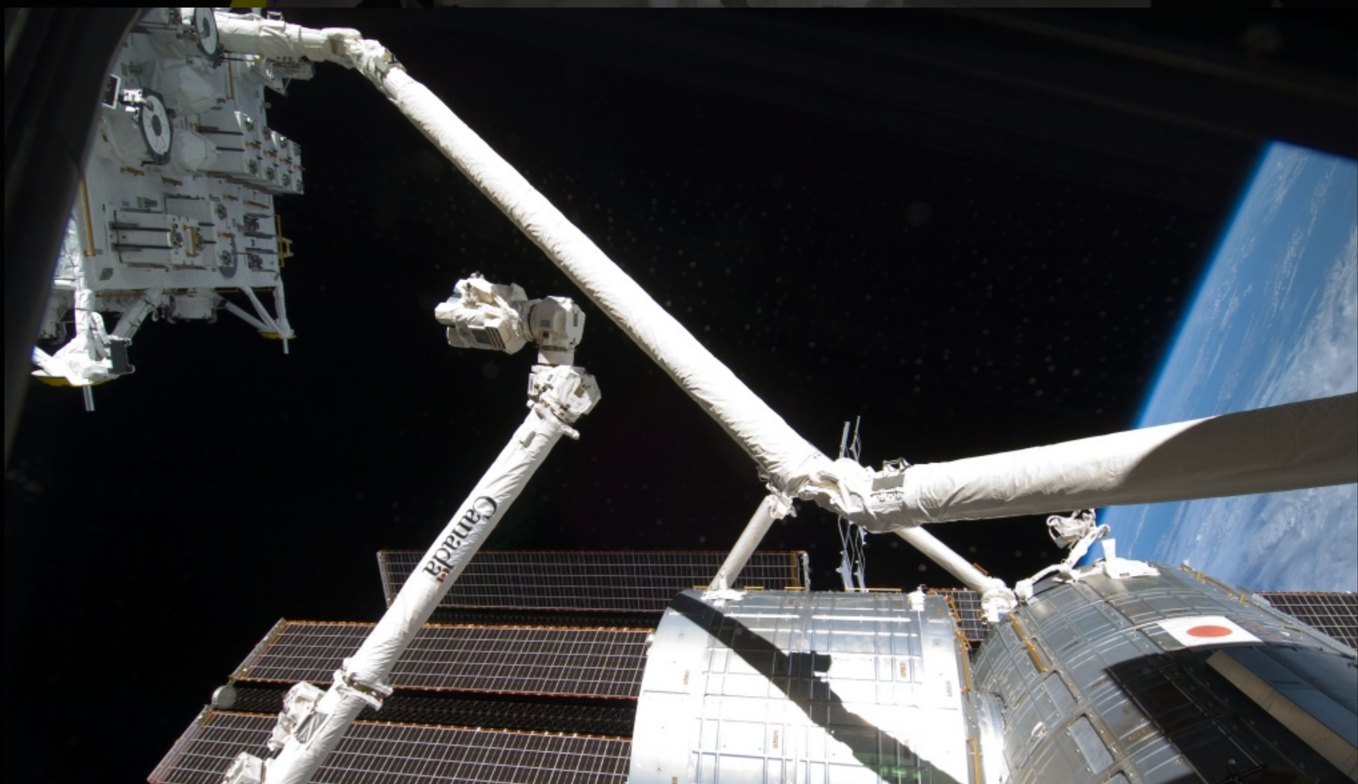


Tim Kopra i Dave Wolf pracują nad jednym z modułów UCCAS
(ISS020-E-021965)



Astronauci pod koniec prac EVA-1
(ISS020-E-022005)

rozpoczęli pakowanie narzędzi i następnie powrócili do śluzy Quest kończąc tym samym spacer kosmiczny o godzinie 21:51 czasu uniwersalnego. Spacer EVA 1 zakończył się więc pełnym sukcesem - jedynymi napotkanymi problemami były drobne kłopoty z łącznością. Spacer trwał 5 godzin i 32 minuty i był to zarazem 126 spacer kosmiczny w historii ISS i siódmy w 2009 roku. Łącznie, spacery przy ISS trwały teraz 785 godzin i 38 minut. Dla Wolfa był to już piąty spacer kosmiczny w karierze i pierwszy dla Kopry. Niedługo po zakończeniu EVA 1 platforma JEM EF została połączona z JEM Kibo za pomocą mechanizmu EFBM. Aktywna część tego systemu znajdująca się na końcu JEM Kibo pochwyciła oraz unieruchomiła część pasywną na JEM EF za pomocą czterech zatrzasków oraz czterech zautomatyzowanych rygli. Proces ten był obserwowany za pomocą kamery manipulatora JEM RMS. W przeciwieństwie do amerykańskich elementów stacji montaż JEM EF nie wymagał podłączania kabli zasilających oraz linii chłodzących przez astronautów podczas EVA. Zostały one podłączone całkowicie automatycznie. Łączenie nowego elementu zakończyło się o godzinie 22:48 UTC. Montaż JEM EF



Ramię CanadArm2 przygotowuje się do ponownego pochwycenia JEM EF
(STS127-E-006902)



Tim Kopra w śluzie Quest po zakończeniu spaceru kosmicznego EVA-1
(ISS020-E-021811)

przebiegł bez żadnego problemu. W dalszej części dnia aktywowano system JEM EF, a następnie wykonane zostały wstępne testy tego elementu. Astronauci wykonali też prace konserwacyjne przy skafandrach EMU. Ponadto kontynuowany był transfer wyposażenia pomiędzy wahadłowcem a stacją. Transferami ładunków z kabiny, a także przekazywaniem tlenu i azotu z wahadłowca do zbiorników śluzy Quest zajmował się Mark Polansky. Załoga stacji również prowadziła prace konserwacyjne - na stacji zepsuł się sprzęt do ćwiczeń (Advanced Resistive Exercise Device - ARED). Tymczasem na Ziemi dobiegały końca analizy stanu osłony termicznej wahadłowca. W obrębie płytek pokrywających spodnią stronę pojazdu odnaleziono 16 niewielkich uszkodzeń. W liczbie tej uwzględniono też 8 uszkodzeń wypełniaczy międzypłytkowych ‘gapfillers’. Większość uszkodzeń znajdowała się blisko dzioba statku, w strefie gdzie podczas startu uderzyło najwięcej odłamków. Jedno z uderzeń wytworzyło wyżłobienie głębokości około 1,5 centymetra - inne były tylko powierzchniowymi otarciami. Żadne jednak nie zostały zakwalifikowane do dokładniejszych oględzin i tym bardziej nie wymagały naprawy. Do przeanalizowania zostało jeszcze kilka pomniejszych rzeczy, ale uważano, że osłona termiczna jest w dobrym stanie. Jeśli chodzi o mechanizm uwalniania odłamków pianki z obszaru międzyzbiornika podejrzewano że mógł on mieć związek ze zjawiskami termicznymi. Obserwowano bowiem odpadanie pianki już po odrzuceniu zbiornika, czyli w czasie gdy siły aerodynamiczne są bardzo małe.



Przenosiny ICC-VLD za pośrednictwem SRMS
(S127-E-006934)

FLIGHT DAY 5

Piątego dnia misji, 19/20 lipca paleta ICC-VLD została przeniesiona na ISS. Nosiciel ICC-VLD (o długości 2,4 metra i szerokości 4 metrów) został pochwycony za pomocą manipulatora RMS wahadłowca. Manipulatorem tym sterowali Mark Polansky i Doug Hurley z pokładu wahadłowca. Po zwolnieniu zatrzasków nosiciel został powoli usunięty z ładowni przez ramię promu. Następnie ICC-VLD został przeniesiony do stref parkingowej nad lewą częścią wahadłowca. Tam został pochwycony przez ramię stacji CanadArm2, sterowanym przez Julie Payette i Tima Koprę z laboratorium Destiny. Za pomocą CanadArm 2 ICC-VLD został powoli przeniesiony w pobliże systemu MBS. Tam został tymczasowo przymocowany za pomocą interfejsu akomodacji ładunków użytecznych typu ORU (Payload Orbital Replacement Unit Accommodation - POA). Interfejs POA jest w konstrukcji podobny do zakończenia ramienia CamadArm2 i służy do tymczasowego kotwiczenia wyposażenia.



Dowódca STS-127 Mark Polansky i pilot wahadłowca Endeavour Doug Hurley na górnym pokładzie promu
(S127-E-006921)



Członek Ekspedycji 20 Frank De Winne (po lewej) i pilot Doug Hurley na pokładzie Endeavour
(S127-E-006938)

Instalacja ICC-VLD opóźniła się nieznacznie ponieważ kontrola misji analizowała niewielki problem w jednym z komputerów kontrolnych na pokładzie stacji. Po przyłączeniu ICC-VLD do POA, zakończenie CanadArm2 zostało wycofane. Po południu Koichi Wakata naprawił sprzęt



Christopher Cassidy na środkowym pokładzie promu kosmicznego
(S127-E-006954)



Specjaliści misji STS-127 Christopher Cassidy (po lewej), Tom Marshburn (na dole) i Dave Wolf (S127-E-006967)

do ćwiczeń – w tym celu wymienił amortyzator tłumiący wibracje wytwarzane podczas ćwiczeń. Julie Payette i Bob Thirsk rozmawiali z przedstawicielami władz Kanady - ministrem ds. nauki i techniki Garym Goodyear'em, członkiem parlamentu Stevenem Bleanym, przewodniczącym CSA Stevenem MacLeanem, a także z reporterami podczas 20-minutowego wywiadu dla mediów. Warto zauważyć, że była to pierwsza misja w której na orbicie znajdowało się dwóch obywateli Kanady. W tym czasie Gennady Padalka wykonywał pomiary temperatury powietrza, wilgotności i przepływu powietrza w rosyjskiej części stacji. Odczytywał również temperatury powierzchni modułów rosyjskich. W czasie dnia na stacji zepsuła się toaleta w module Destiny (Waste and Hygiene Compartment - WHC). Do jednej z pomp dostało się około 6 litrów wody z odczynnikami chemicznymi używanymi w tym systemie. Płyn dostał się również do części w których nie powinien się znajdować. Tymczasowo astronauci korzystali z toalety w module Zvezda oraz na



Julie Payette i Dave Wolf na środkowym pokładzie STS (S127-E-006973)

wahadłowcu Endeavour. Toaleta na wahadłowcu w okresie przycumowania do ISS nie powinna być jednak często używana, aby nie było konieczności wyrzucania zużytej wody w przestrzeń kosmiczną. Mogłaby ona zanieczyścić nowo zainstalowaną platformę JEM EF. Frank De Winne i Mike Barratt ubrani w stroje ochronne przejrzeli instalację WHC w celu określenia które części były ciepłe z powodu reakcji chemicznych, a następnie wymienili część zalanych elementów. Do wymiany zakwalifikowano też pompę oraz panel kontrolny. Z innych prac na ISS kontynuowany był transfer wyposażenia między wahadłowcem a stacją. Był on prowadzony według zmienionego harmonogramu, pozwalającego na odcumowanie od ISS przed dokowaniem statku Progress M-67 mimo opóźnienia startu. Brak konieczności wykonania dodatkowych oględzin osłony termicznej dał na to więcej czasu. Ponadto wykonano serię kalibracji manipulatora JEM RMS, przed operacją przenoszenia za jego pomocą wyposażenia z palety JEM ELM ES na platformę JEM EF. Dave Wolf i Tom Marshburn przygotowywali narzędzia używane podczas EVA i skafandry EMU zgromadzone w śluzie Quest. Przejrzeli również procedury związane z EVA 2, a następnie spędzili noc w śluzie Quest przed planowanym na następny dzień drugim spacerem kosmicznym. Tymczasem na Ziemi osłona termiczna wahadłowca została oficjalnie uznana za zdolną do wejścia w atmosferę.

FLIGHT DAY 6
EVA-2

Szóstego dnia lotu, 20/21 lipca (w 40 rocznicę lądowania Apolla 11 na Księżycu) odbył się drugi spacer kosmiczny misji STS-127, EVA 2. Do jego podstawowych zadań zaliczało się przeniesienie części zamiennych z nosiciela ICC-VLD na platformę ESP-3 przyłączoną do sekcji P3 segmentu ITS P3/P4 głównej kratownicy stacji, a także instalacja wyposażenia wizyjnego (Visual Equipment - VE) na platformie JEM EF. Do przenoszonego z ICC-VLD wyposażenia zaliczały się trzy elementy: antena Kosmos - Ziemia (Space-to-Ground Antenna - SGANT); liniowa jednostka jezdna (Linear Drive Unit - LDU); oraz moduł pompy numer 2 (Pump Module Assembly 2 - PM-2). Astronauci Dave Wolf i Tom Marshburn opuścili pokład stacji poprzez śluzę Quest w skafandrach EMU rozpoczynając spacer o godzinie 15:27 UTC. Po przygotowaniu narzędzi Wolf zainstalował na końcu manipulatora CanadArm2 obejmę na stopy, a następnie zaczepił w niej nogi. Tom Marshburn natomiast udał się na kratownicę, przemieszczając się po modułach stacji. Na segmencie ITS S0 zainstalował poręcz na zbiorniku amoniaku ATA. Będzie ona potrzebna podczas następnej misji wahadłowca - lotu STS-128 wahadłowca Discovery. Zbiornik ten będzie



Przygotowania do rozpoczęcia EVA-2
(S127-E-007335)



Julie Payette przy stanowisku kontroli CanadArm2
(S127-E-007360)



Dave Wolf podczas EVA-2 przemieszcza się w kierunku ramienia stacji, gdzie zamontuje platformę PFR (S127-E-007094)

wtedy przenoszony z zastosowaniem CanadArm2. Następnie Marshburn udał się w okolice ICC-VLD tymczasowo zainstalowanego na interfejsie POA wchodzącym w skład MBS. Dave Wolf został w to miejsce przeniesiony za pomocą ramienia CadaArm2. Było ono obsługiwane

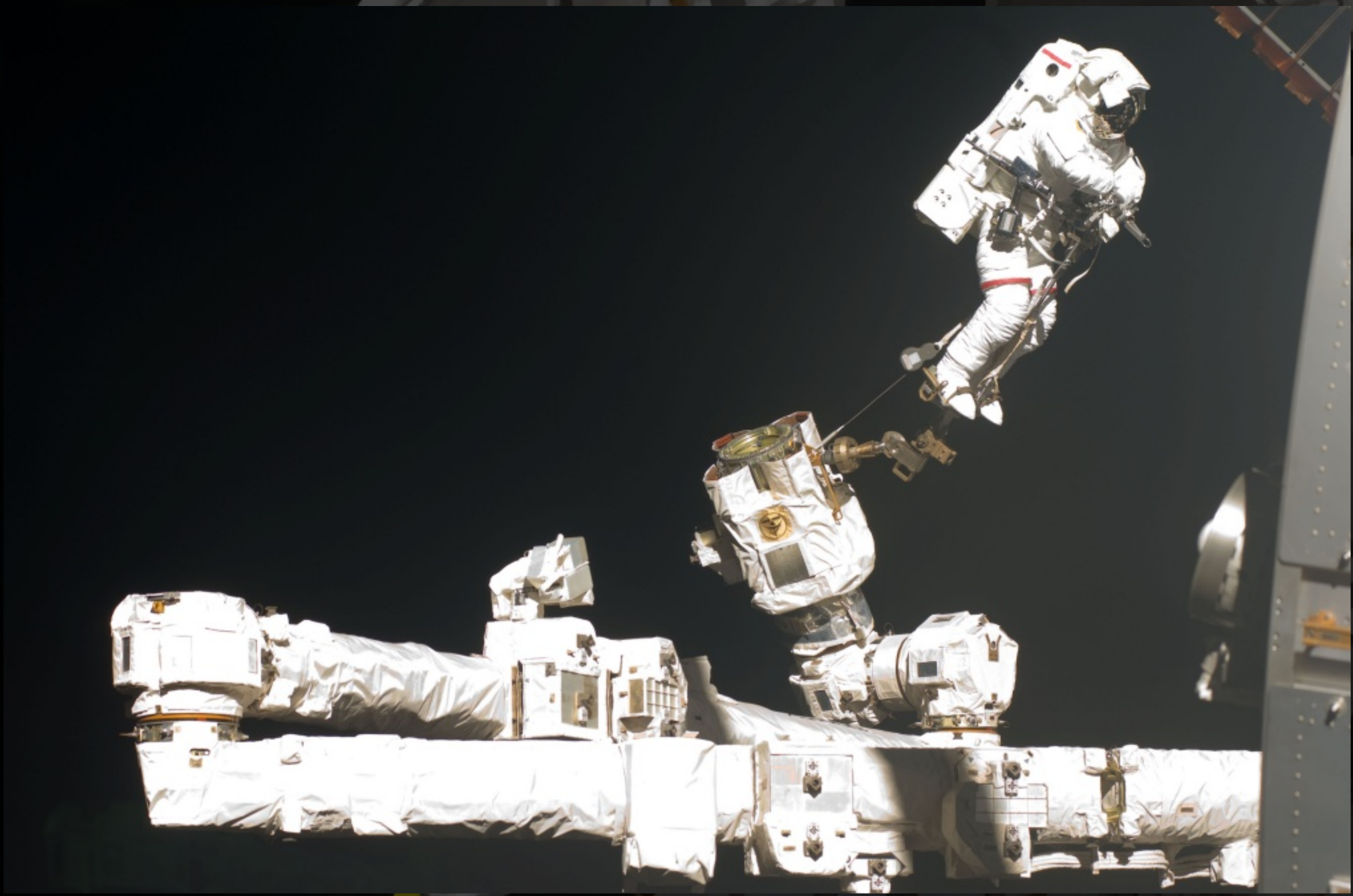


Dave Wolf przed przejściem na platformę PFR zainstalowaną na końcu ramienia CanadArm2 (S127-E-007135)



Dave Wolf na platformie PFR
(S127-E-007173)

przez Payette i Wakatę. Razem astronauci odłączyli od struktury ICC-VLD pierwszy element - antenę SGANT. Następnie Wolf przytrzymał ją i został z nią przesunięty za pomocą ramienia w okolice platformy ESP-3. Doszedł tam również Marshburn. Obserwował on przenoszenie anteny udzielając instrukcji pomagających w jej prawidłowym ustawieniu. Trzeba było przy tym zachować dużą ostrożność, ponieważ antena była duża i podatna na uszkodzenia. Następnie oboje przyłączyli nową antenę do ESP-3 za pomocą mechanizmu łączącego FRAM (Flight Releasable Attachment Mechanism). SGANT jest anteną zapasową pasma Ku i pozwala na łączność pomiędzy stacją a satelitami śledzenia i wymiany danych (Tracking Data and Relay Satellite - TDRS). Pozwala także na przesyłanie danych z eksperymentów oraz transmisji wideo oraz danych z używanego przez załogę adaptera komunikacji orbitalnej (Orbiter Communications Adapter - OCA). OCA pozwala na wykonywanie rozmów telefonicznych, korzystanie z poczty e-mail oraz innych usług łączności dupleksowej.

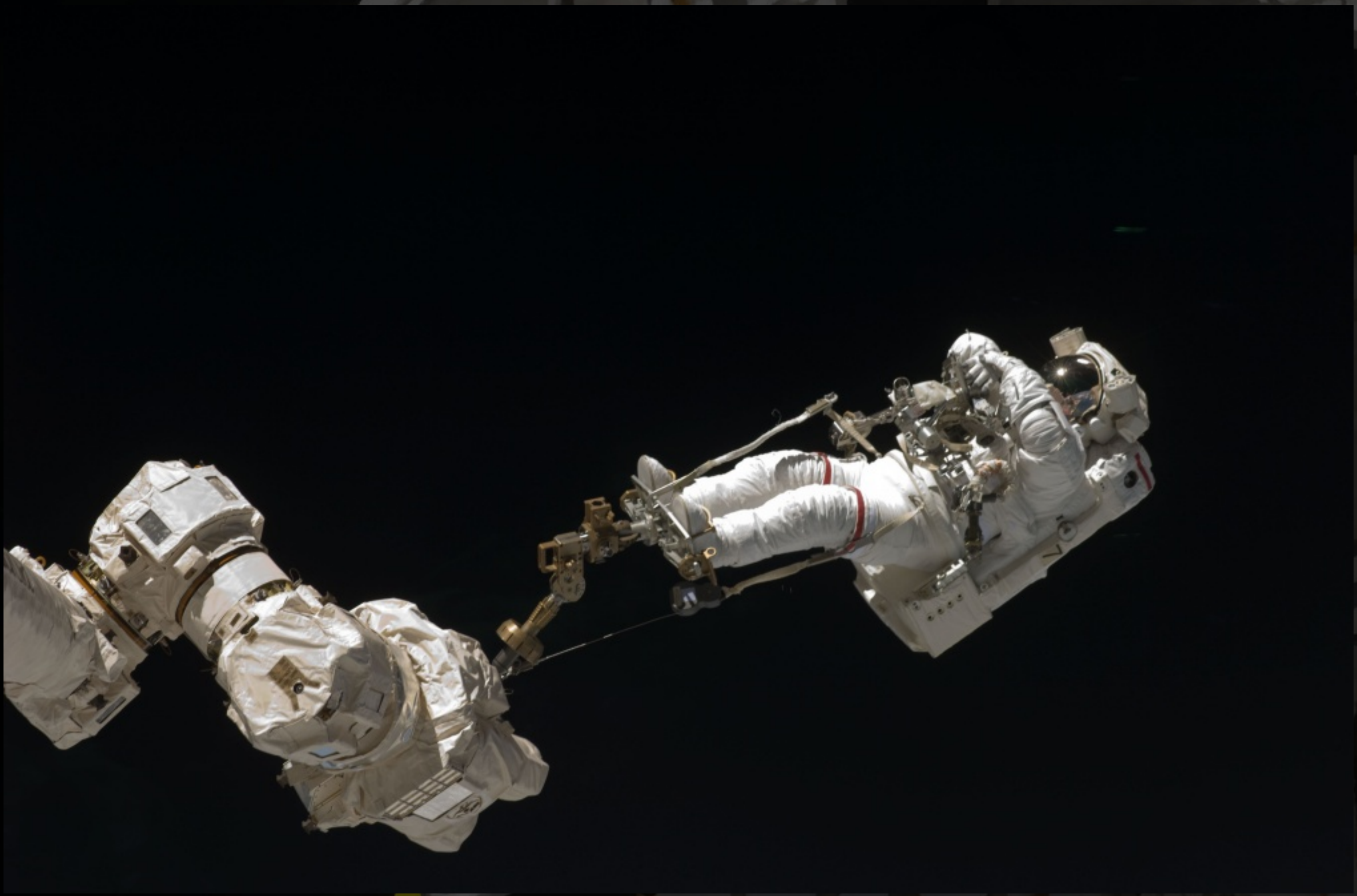


Astronauta Dave Wolf przenoszony za pośrednictwem ramienia CanadArm2 w pobliże pojemnika ICC-VLD
(S127-E-007186)

Identyczna antena znajduje się na wysięgniku na elemencie ITS Z1. W przyszłości planowane jest domontowanie na ITS Z1 dodatkowego wysięgnika. W przypadku awarii głównej anteny SGNAT, szybko będzie można zainstalować na nim zapasowy egzemplarz. Po montażu SGANT, Wolf został ponownie przeniesiony na ICC-VLD, gdzie razem z Marshburnem odłączył drugi element - pompę PM-2. Jest to część systemu aktywnej kontroli temperatury stacji (Active Thermal Control System - ATCS). ATCS umożliwia chłodzenie wewnętrznej i zewnętrznej awioniki i ładunków użytecznych. Stacja posiada dwie niezależne pętle chłodzące – pętla zewnętrzna jako chłodziwa używa ciekłego amoniaku, a pętla wewnętrzna - wody. PM służy do pompowania amoniaku w pętli zewnętrznej. Amoniak odbiera ciepło, wytwarzanie głównie przez jednostki elektroniczne stacji, które następnie jest ostatecznie usuwane przez radiatory. Podobnie jak z SGANT Wolf został przeniesiony z PM-2 w pobliże ESP-3, gdzie podłączył ten element za pomocą interfejsu FRAM. Do przeniesienia pozostała jeszcze



Tom Marshburn przemieszcza się na zewnątrz stacji (S127-E-007204)

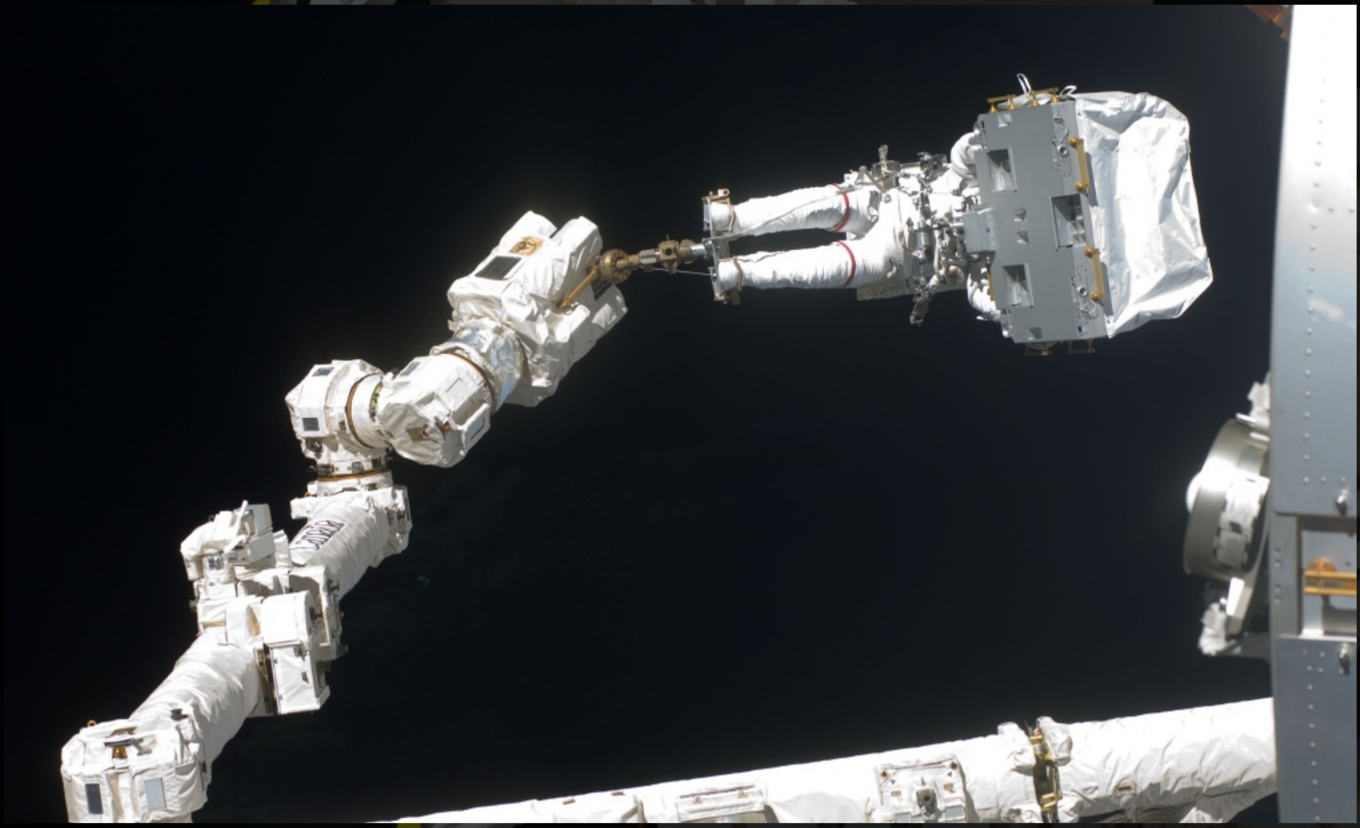


Dave Wolf na ramieniu CanadArm2 przesuwany do podjęcia Linear Drive Unit (S127-E-007210)



Tom Marshburn udaje się na miejsce pracy przy jednostce LDU
(S127-E-007236)

ostatnia jednostka - LDU. Jest to system jezdny dla transportera mobilnego MT, poruszającego się po szynach wzdłuż wszystkich segmentów głównej kratownicy ISS. LDU zawiera dwa niezależne układy jezdne oraz systemy mocujące. Przeniesienie tego elementu



Dave Wolf przemieszczany za pomocą ramienia stacji na pozycję umożliwiającą wyciągnięcie LDU
(S127-E-007240)

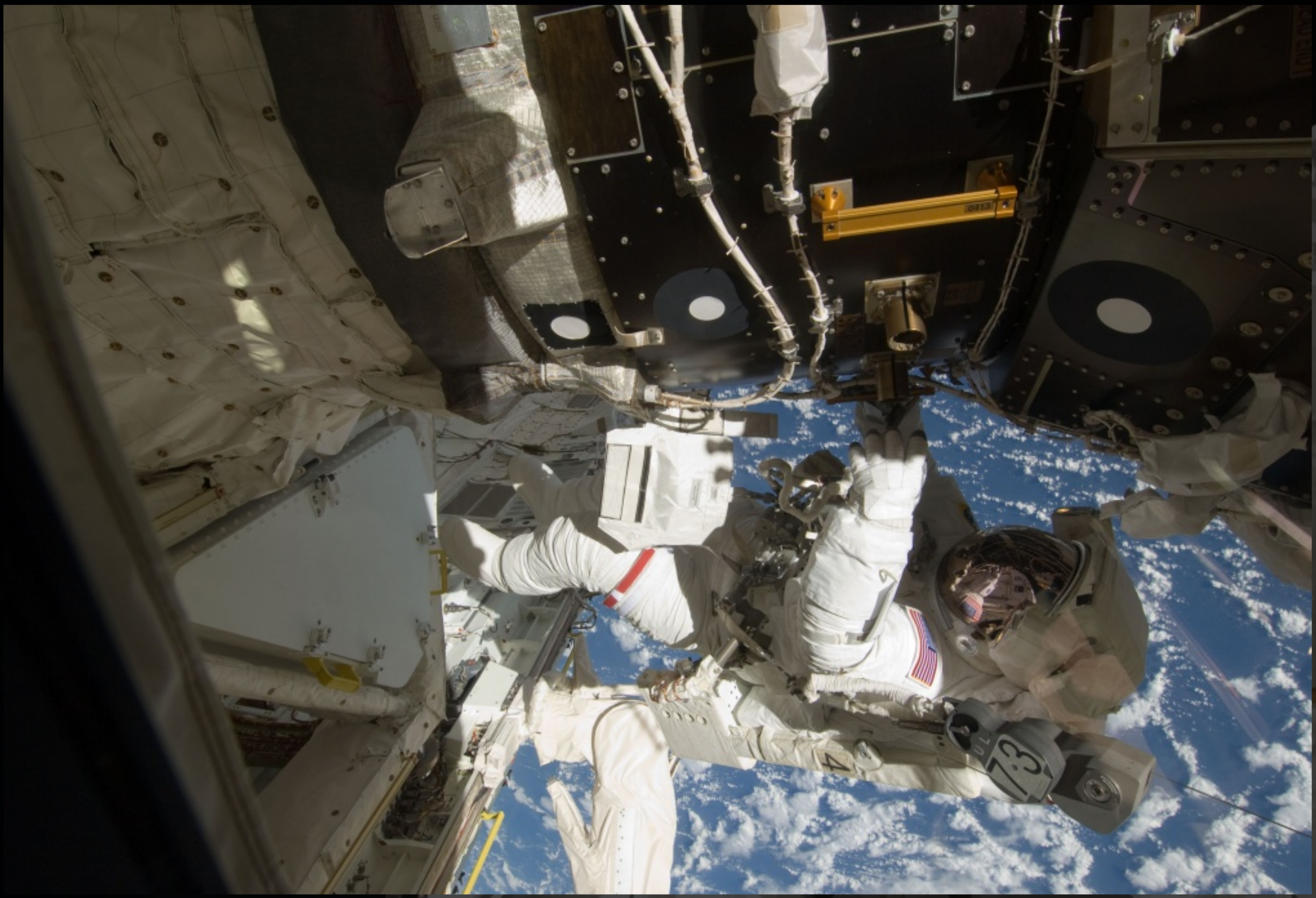


Specjalista misji STS-127 Christopher Cassidy wspiera kolegów pracujących na zewnątrz Stacji (S127-E-007252)



Tom Marshburn w trakcie EVA-2 (S127-E-007265)

wyglądało tak samo jak poprzednio - Dave Wolf na końcu ramienia CanadArm2 odłączył LDU od ICC-VLD i po ostatniej już przejażdżce na wysięgniku dołączył go do ESP-3 poprzez FRAM. Procedura przenoszenia wyposażenia planowo miała trwać około 3,5 godziny - zajęło to jednak ponad 4 godziny. Z tego powodu kontrola misji postanowiła zrezygnować z instalacji VE na JEM EF - nie było już na to czasu. Zamiast tego postanowiono przeprowadzić instalację dodatkowych arkuszy izolacji termicznej na kablach systemu transferu energii ze stacji do wahadłowca SSPTS, co było mało skomplikowanym zadaniem niskiego priorytetu. Wolf zszedł z obejmy na końcu CanadArm2, a następnie zdemontował ją i zabezpieczył. Marshburn w tym czasie montował już izolację na kablach pomiędzy modułami Harmony i Destiny. Po zakończeniu montażu izolacji astronauci spakowali narzędzia i wrócili do śluzy Quest kończąc spacer kosmiczny

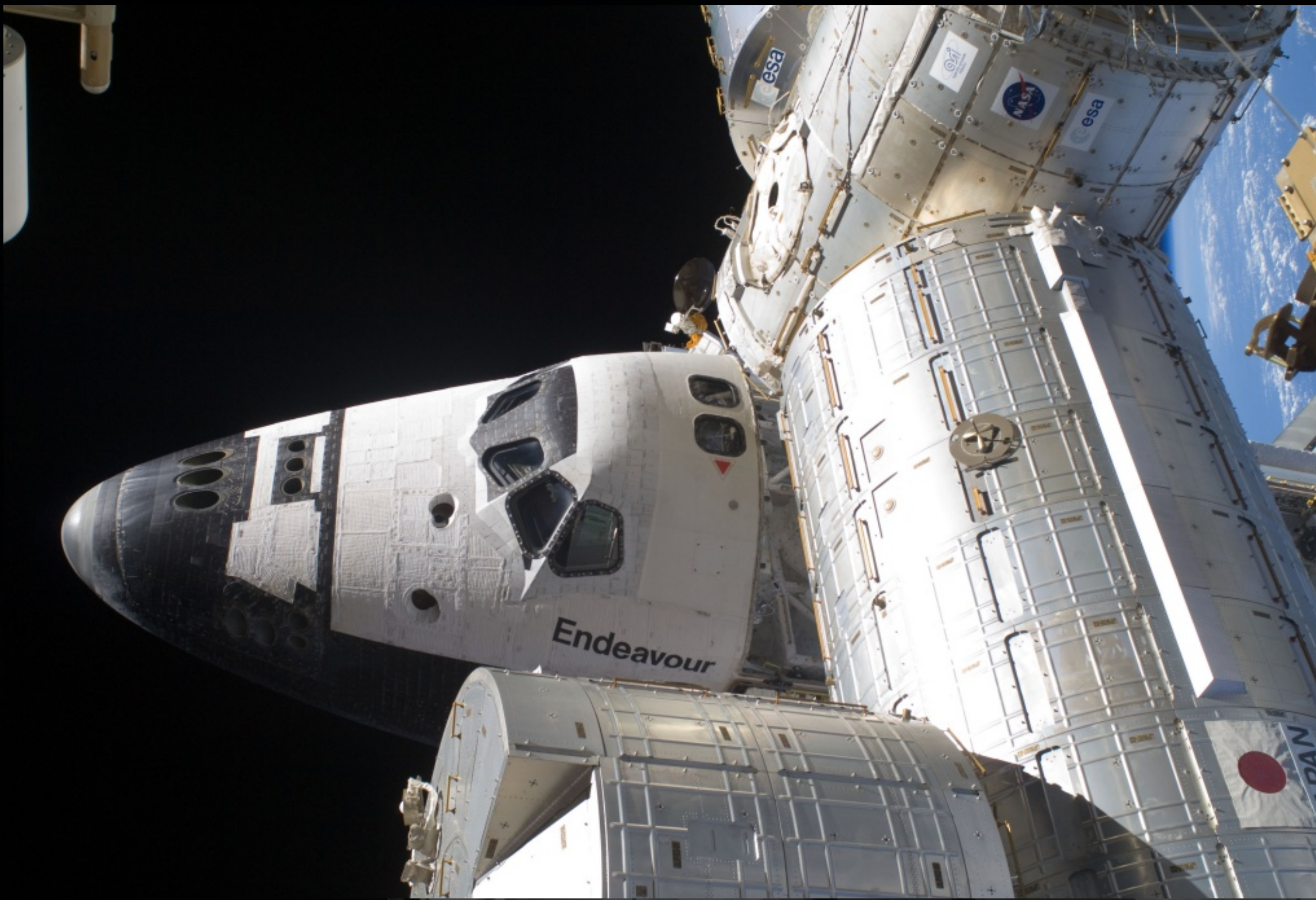


Tom Marshburn pracuje przy systemie SSPTS łączącym wahadłowiec z modułem Harmony przez PMA-2 (S127-E-007284)



Tom Marshburn przy PMA-2
(S127-E-007295)

o godzinie 22:20 UTC. Spacer ten trwał 6 godzin i 53 minuty. Zakończył się sukcesem, jednak nie wykonanym zadaniem pozostał montaż systemu VE. Oba spacery kosmiczne misji STS-127 trwały teraz łącznie 12 godzin i 25 minut. Był to 127 spacer w historii ISS, a także szósty spacer kosmiczny dla Wolfa i pierwszy dla Marshburna. Łącznie spacery przy ISS trwały 792 godziny i 31 minut. Jeszcze podczas spaceru kosmicznego udało się naprawić toaletę w module Destiny - zajmowali się tym Gennady Padalka i Frank De Winne, a procedura nie nastręczała większych problemów. Astronauci wymienili łącznie siedem elementów instalacji, w tym pompę, panel kontrolny, oraz zbiornik płynu. Urządzenie następnie zostało pomyślnie uruchomione. Także przez kilka godzin Tim Kopra zapoznawał się z elementami funkcjonowania stacji - oprowadzał go Koichi Wakata.



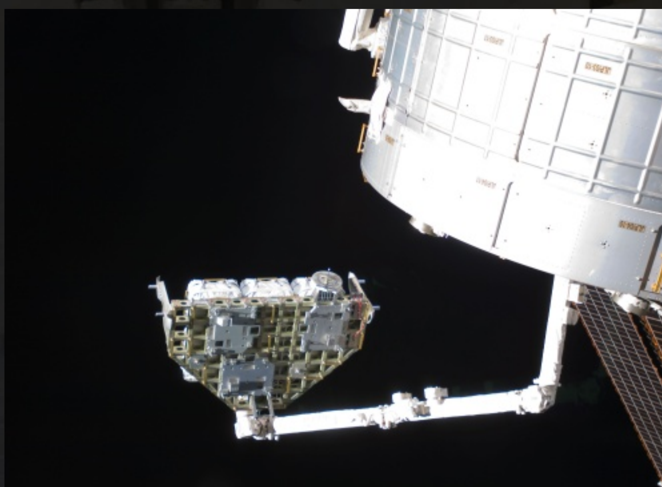
Wahadłowiec Endeavour zacumowany do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej pod koniec szóstego dnia misji (ISS020-E-022626)

FLIGHT DAY 7

Siódmego dnia misji, 21/22 lipca paleta JEM ELM ES została tymczasowo dołączona do platformy JEM EF. JEM ELM ES był zasilany elektrycznie za pośrednictwem zdalnie sterowanej jednostki elektrycznej (Remotely Operated Electrical Unit - ROEU). Przed tymczasowym zainstalowaniem JEM ELM PS na stacji zasilanie z systemu ROEU zostało odłączone. Podobnie jak w przypadku instalacji ICC-LVD podczas procedury montażu JEM ELM ES zastosowano zarówno ramię RMS wahadłowca jak i wysięgnik CanadArm2 stacji. Paleta została wyciągnięta z ładowni za pomocą ramienia RMS promu kosmicznego



Ramię SRMS przekazuje ELM ES do CanadArm2 (S127-E-007528)



Przenosiny ICC-VLD za pomocą SRMS (S127-E-007616)



Kosmonauta rosyjski Gennady Padalka i dowódca misji STS-127 Mark Polansky
(S127-E-007430)

i przeniesiona na miejsce w którym oczekiwała na pochwycenie za pomocą CanadArm2. Ramieniem wahadłowca sterowali Mark Polansky i Julie Payette. Bazą operacyjną CanadArm2 nadal był PDGF na MBS. Ramieniem tym sterowali Doug Hurley i Koichi Wakata. Następnie CanadArm2 pochwycił paletę, a końcówka RMS została odłączona. Ramię stacji przeniosło potem JEM ELM ES w pobliże przedniego końca platformy JEM EF. Łączenie JEM EF i JEM ELM ES odbyło się poprzez interfejs nazywany elementem wymiany wyposażenia (Equipment Exchange Unit - EEU). Takie same interfejsy służą też do dołączania do JEM EF jednostek eksperymentów. Część aktywna EEU - jednostka platformy zewnętrznej (Exposed Facility Unit - EFU) znajdowała się na JEM EF. Część bierna określana jako interfejs ładunku użytecznego (Payload Interface Unit - PIU) znajdowała się na JEM ELM ES. Po zetknięciu obu tych elementów platforma JEM ELM ES została fizycznie i elektrycznie połączona z JEM EF. Łączenie zakończyło



Kosmonauta Roman Romanenko, Ekspedycja 20
(S127-E-007444)



Astronauci z Ekspedycji 20 oraz część załogi STS-127 na wspólnym posiłku w module Zwiezda
(S127-E-007461)

się o godzinie 14:26 UTC. Połączenie obu platform opierało się na układzie zatrzasków, a nie na mechanicznych ryglach jak w przypadku elementów ISS montowanych na stałe. JEM EF dostarczał poprzez EEU energię zasilającą grzejniki ładunków JEM ELM ES. Po zakończeniu



Obie załogi podczas posiłku wokół stołu w module Zwiezda
(S127-E-007464)

montażu JEM ELM ES ramię CanadArm2 pochwyciło ICC-VLD. Następnie nosiciel ten został odłączony od interfejsu POA. Potem ramię przeniosło ICC-VLD w pobliże ITS P6, ale ICC-VLD był jednak utrzymywany w pewnej odległości od strefy roboczej, aby nie zakłócić rotacji złącza SARJ kratownicy ITS P3/P4. Były to przygotowania do wymiany baterii segmentu ITS P6 zaplanowanej na spacery kosmiczne EVA-3 i EVA-4. Podczas tych spacerów wymagane było utrzymywanie ICC-LVD za pomocą CanadArm2 blisko strefy prac niedaleko końca głównej kratownicy stacji. Po zakończeniu pracy z ramionami załoga wahadłowca miała czas



Robert Thirsk, Roman Romanenko, Mark Polansky oraz Gennady Padalka w module Zwiezda
(S127-E-007467)



Zdjęcie Ziemi wykonane pod koniec siódmego dnia misji STS-127
(ISS020-E-024042)

wolny. Polansky, Hurley, Payette i Dave Wolf odpowiadali na pytania zadawane za pośrednictwem serwisów YouTube i Twitter. Tim Kopra w dalszym ciągu zapoznawał się z działaniem stacji. W trakcie dnia naprawiona dzień wcześniej toaleta w module Destiny działała prawidłowo. W drugiej części dnia astronauci Dave Wolf i Chris Cassidy zajmowali się przygotowaniami do trzeciego spaceru kosmicznego. Przygotowali skafandry (w tym wymieniali ich baterie) oraz narzędzia. Przejrzeli również procedury związane z EVA-3. Spędzili noc w śluzie Quest przed trzecim spacerem kosmicznym, który był zaplanowany na następny dzień.



Doug Hurley ćwiczy na pokładzie wahadłowca (S127-E-007687)

FLIGHT DAY 8
EVA-3

Ósmego dnia misji, 22/23 lipca odbył się trzeci spacer kosmiczny, czyli EVA-3. Do jego zadań zaliczało się przeniesienie interfejsu strefy roboczej z modułu Harmony na laboratorium Columbus, przygotowanie ładunków JEM ELM PS do przeniesienia na JEM EF, oraz wymiana czterech z sześciu baterii ITS P6. Baterie ITS P6 wymagały wymiany, ponieważ okres ich trwałości został już przekroczony. Zostały zaprojektowane do pracy przez 6,5 roku, a moduł ITS P6 został zainstalowany na stacji prawie 9 lat wcześniej. Optymalnie, bateria taka mogła



Astronauta Christopher Cassidy przygotowuje się do rozpoczęcia spaceru kosmicznego EVA-3 (S127-E-007692)



Astronauci Dave Wolf i Christopher Cassidy w śluzie Quest, tuż przed rozpoczęciem EVA-3 (S127-E-007700)



Mike Barratt zagląda przez okno śluzy Quest (S127-E-007704)

pracować przez 38 000 cykli ładowania i rozładowywania. Każda bateria niklowo - wodorowa (NiH2) składa się z dwóch połączonych szeregowo jednostek ORU, a każda z nich składa się z 38 ogniw w postaci niezależnych komór ciśnieniowych (Individual Pressure Vessel - IPV). Każda bateria składa się zatem z 76 takich komórek. Masa pojedynczej jednostki wynosi 170,5 kilograma, a jej wymiary to 100 na 91 na 46 centymetrów. Sześć baterii ma masę łącznie bliską jednej tonie. Baterie te pozwalają na gromadzenie energii elektrycznej produkowanej przez panele słoneczne ITS P6 po dziennej stronie orbity. Jest ona następnie zużywana, gdy kompleks stacji kosmicznej przelatuje przez cień Ziemi. Każda bateria dostarcza energii na poziomie od 25 do około 75 amperów (w krótkich okresach wzrostu poboru energii) w roboczym zakresie napięcia baterii 76 - 123 V prądu stałego. Stare baterie zostały rozładowane w czasie ostatnich dni, dzięki czemu nie istniało ryzyko porażenia prądem podczas ich demontażu. Przed spacerem

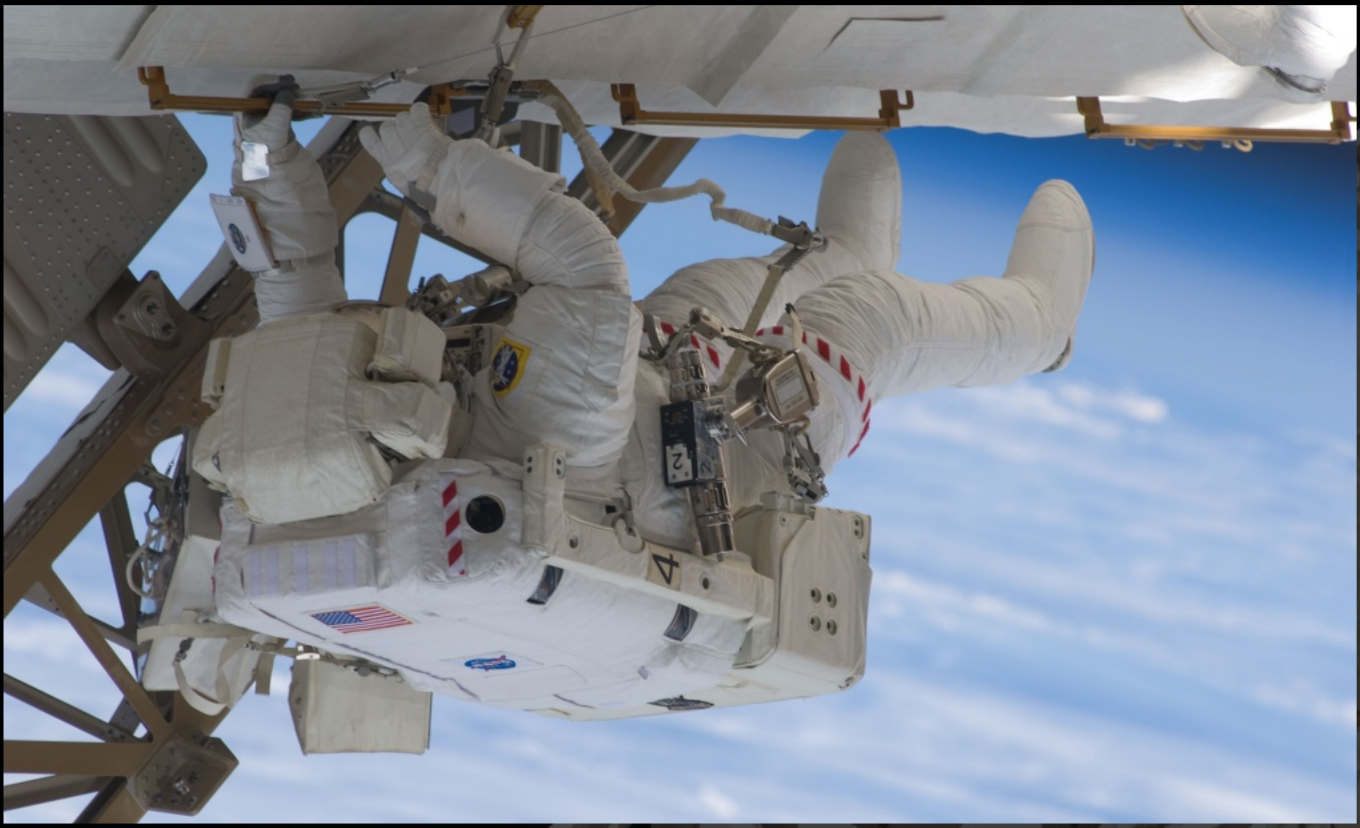
ramię CanadArm2 przesunęło paletę ICC-VLD z nowymi bateriami jak najbliżej miejsca prac przy module ITS P6. Ramieniem tym sterowali Hurley i Payette. Astronauci Dave Wolf i Chris Cassidy rozpoczęli spacer ze śluzy Quest o godzinie 14:32 UTC. Po przygotowaniu narzędzi, Wolf udał się na moduł Harmony. Tam zajął się relokacją mocowania dla wyparzenia oraz poręczy. Elementy te mogły przeszkadzać podczas cumowania statków HTV do CBM Harmony. Wolf odkręcił je od powierzchni modułu Harmony, a następnie zainstalował na module Columbus. Potem zainstalował izolację cieplną na kablach modułu Destiny, schował też ich wystającą część. W tym czasie Cassidy przeszedł na paletę JEM EF, a następnie po jej powierzchni - na nosiciel JEM ELM ES. Tam zajmował się zdejmowaniem arkuszy izolacji termicznej ze zgromadzonych na nim ładunków. Na początku zdjął izolację z części zewnętrznej systemu komunikacji interorbitalnej (Inter-orbit Communication System-Exposed Facility - ICS-EF) - z jednostki tej usunął dwa arkusze. Jeden z nich wyrzucił w kosmos,



Christopher Cassidy JEF EF
(S127-E-007786)

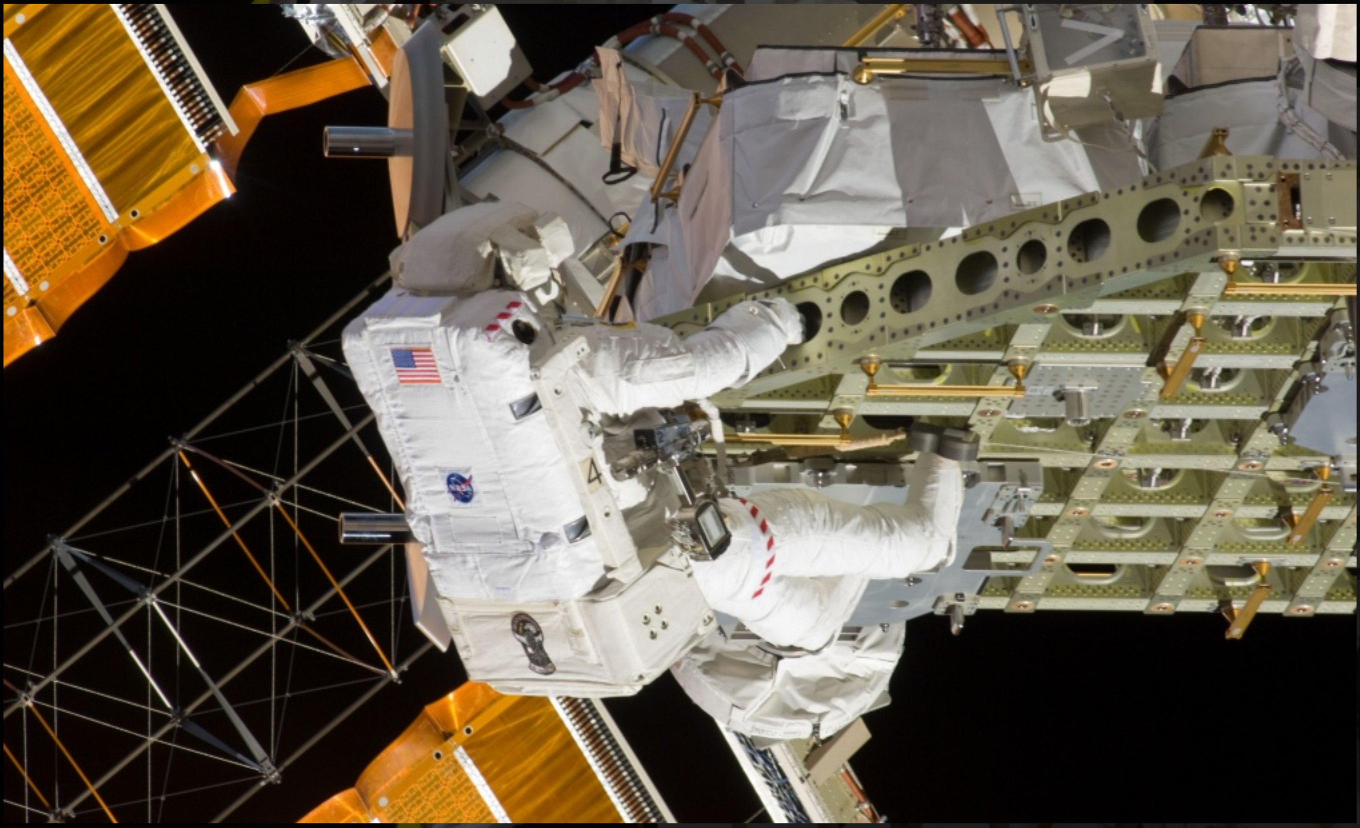


Chris Cassidy podczas usuwania arkuszy izolacji termicznej z ładunków umieszczonych na JEM EF
(S127-E-007786)



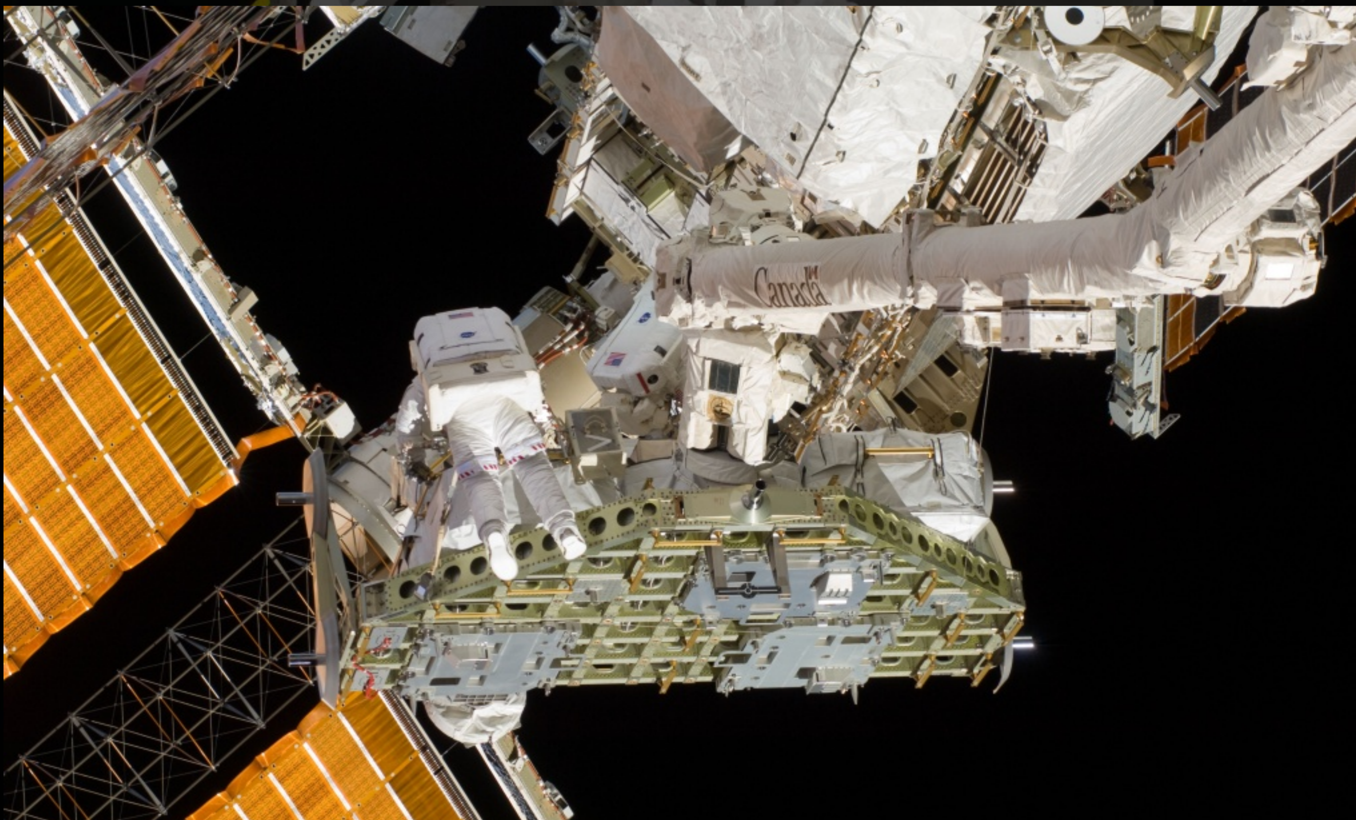
Astronauta Dave Wolf przemieszcza się w kierunku segmentu ITS P6
(S127-E-007954)

a drugi spakował do zabrania. Otworzył też system utrzymujący antenę ICS-EF, co wymagało odkręcenia dwóch śrub. Potem zdjął dwie części izolacji z systemu zbierającego dane na temat środowiska w przestrzeni kosmicznej (Space Environment Data Acquisition



David Wolf mocuje trzecią baterię na module ICC-VLD
(S127-E-007973)

Equipment-Attached Payload - SEDA-AP). Po zakończeniu prac przy JEM ELM ES Cassidy powędrował na lewą stronę głównej kratownicy stacji, gdzie spotkał się z Wofem. Następnie oboje przemieścili się na segment ITS P6, gdzie rozpoczęli procedurę wymiany baterii. W tym czasie ICC-VLD znajdował się na końcu CanadArm2 blisko miejsca wymiany baterii. Baterie ITS P6 mieściły się w zintegrowanym systemie wyposażenia (Integrated Equipment Assembly - IEA), czyli jednej z dwóch zasadniczych elementów segmentu fotowoltaicznego. Element IEA oprócz baterii zawierał też większość innych systemów ITS P6. Podczas wymiany baterii Cassidy pracował w uchwycie na stopy na ITS P6. W celu wyjęcia pierwszej starej baterii, oznaczonej jako bateria 1 zastosował odpowiednio przygotowane narzędzie. Odkręcił dwie śruby i powoli wyciągnął baterię z jej gniazda. Następnie trzymając baterię wyszedł z uchwytu na stopy, przemieścił się mały kawałek i przekazał ją Wolfowi. On umieścił ją tymczasowo w uchwycie na kratownicy ITS P6, a następnie odczepił nową baterię A z ICC-VLD. Podczas odłączania baterii platforma ICC-VLD była nieznacznie przesuwana za pomocą CanadArm2, dzięki czemu astronauta nie musiał jej wyszarpywać. Wolf przekazał następnie baterię A Cassidyemu. On przeniósł ją w pobliże IEA i zainstalował w gnieździe 1. Potem Cassidy zdemontował starą baterię 4 i przekazał ją Wolfowi. On przeniósł ją do ICC-VLD i zamontował w gnieździe A. Potem odłączył baterię B i przekazał ją Cassidyemu. Cassidy zamontował ją w gnieździe 4 IEA. Kontrola misji poinformowała, że otrzymuje prawidłowa telemetrię z dwóch nowych baterii. Cassidy odłączył następnie starą baterię 3 i przekazał ją Wolfowi, który umieścił ją w gnieździe B ICC-VLD, choć napotkał tu problemy podczas wkręcania jednej śruby. Spacer kosmiczny trwał juz 5 godzin. Do zainstalowania pozostały jeszcze dwie baterie. Niespodziewanie jednak kontrola misji zaobserwowała szybki wzrost stężenia dwutlenku węgla w skafandrze Cassidyego. Nie przekroczył on poziomu dopuszczalnego dla astronautów we wnętrzu stacji lub na pokładzie wahadłowca, ale dla ostrożności zdecydowano o przerwaniu wymiany baterii i wcześniejszym zakończeniu spaceru. Astronautom polecono spakowanie narzędzi i szybki powrót do śluzy. Do Questa pierwszy wrócił Wolf, a za nim Cassidy. Spacer kosmiczny został zakończony o godzinie 20:31 UTC. Trwał on 5 godzin i 59 minut, o pół godziny krócej niż planowano. Łącznie spacery kosmiczne misji 2JA (STS-127)



Christopher Cassidy (po lewej) i Dave Wolf pracują przy ICC-VLD podczas wymiany baterii w segmencie ITS P6 (S127-E-007978)

trwały 18 godzin i 24 minuty. W historii ISS był to 128 spacer EVA (łącznie trwały one 198 godzin i 3 minuty). Dla Wolfa był to siódmy spacer kosmiczny, a dla Cassidyego pierwszy. Łącznie Wolf miał na koncie 42 godziny i 57 minut EVA, co plasowało go na 14 miejscu na liście astronautów z najdłuższym czasem spacerów kosmicznych. Wzrost dwutlenku węgla w skafandrze Cassidyego, który doprowadził do wcześniejszego zakończenia spaceru był spowodowany problemem z pojemnikiem wodorotlenku litu (LiOH), znajdującym się w skafandrze i pochłaniającym dwutlenek węgla wydychany przez astronautę. W czasie spaceru poziom dwutlenku węgla wzrósł do 3 mm Hg, czyli wykroczył znacznie ponad typowy dla skafandra EMU poziom 0.3 - 0.5 mm Hg. Nie stanowiło to żadnego zagrożenia, ponieważ poziom dwutlenku węgla we wnętrzu stacji i na wahadłowcu wynosi 5 mm Hg. Niekorzystne reakcje organizmu na podwyższenie stężenia CO2 pojawiają się przy koncentracji znacznie wyższej, ponad 15 mm Hg, a sensory alarmują astronautę o wzroście stężenia przy 8 mm Hg. Dla skafandra kosmicznego jednak nagły wzrost koncentracji dwutlenku węgla naruszył reguły bezpieczeństwa. Z powodu skrócenia spaceru na ITS P6 nie wymieniono dwóch baterii - moduł ten posiadał więc jedno wolne gniazdo na baterię. Stara bateria 1 pozostała w tymczasowej lokalizacji na uchwycie na elemencie ITS P6. Na ICC-VLD znajdowały się cztery baterie nowe oraz dwie baterie stare. Po spacerze ICC-VLD został przemieszczony za pomocą CanadArm2 na pozycję parkingową. Aby nie destabilizować baterii 1 na tymczasowym uchwycie załoga stacji nie używała sprzętu do ćwiczeń fizycznych, który nie posiadał tłumików wibracji. Takie umieszczenie baterii nie sprawiało jednak innych problemów. W trakcje dnia pozostała załoga stacji prowadziła prace konserwacyjne. Bob Thirsk pracował z eksperymentem Bodies in Space Experiment badającym jak człowiek postrzega kierunek góra – dół w stanie nieważkości.Tymczasem na Ziemi rozpoczęło wprowadzanie zmian do grafika dwóch pozostałych, planowanych spacerów kosmicznych. Podczas EVA-4 planowano zainstalowanie pozostałych czterech baterii. Ważnym zadaniem był też montaż kamer na JEM EF pomagających w cumowaniu statków HTV. Natomiast rozkładanie mechanizmów PAS



Dave Wolf udaje się do śluzy Quest po wykryciu zwiększonego poziomu CO_2 w skafandrze Cassidy'ego (ISS020-E-24129)

mogło zostać odłożone na następne misje. Prowadzono również testy przyczepności pianki izolacyjnej na zbiorniku ET dla misji STS-128 wahadłowca Discovery - nie znaleziono jednak żadnych problemów. Podczas 26 testów nie zauważono żadnych oznak tendencji do odrywania się piankowej izolacji.

FLIGHT DAY 9

Dziewiątego dnia misji, 23/24 lipca prace koncentrowały się na przenoszeniu wyposażenia zgromadzonego na palecie JEM ELM ES na platformę JEM EF. Do przeniesienia przeznaczone były trzy elementy: system do obrazowania całego nieba w zakresie promieniowania rentgenowskiego MAXI (All-sky X-ray Imager); system zbierający dane na temat środowiska w przestrzeni kosmicznej SEDA-AP (Space Environment Data Acquisition Equipment-Attached Payload); oraz część zewnętrzna systemu komunikacji interorbitalnej (Inter-orbit Communication System-Exposed Facility - ICS-EF). Były one przenoszone zdalnie za pomocą ramienia JEM RMS. Było to pierwsze praktyczne zastosowanie tego manipulatora - wcześniej przechodził on tylko testy. Ramieniem sterowali na początku Koichi Wakata i Tim Kopra za pomocą stacji sterowniczej w module JEM Kibo. Pomocy przy tym udzielali Mark Polansky, Doug Hurley i Julie Payette - zmieniali się podczas kolejnych etapów operacji. Pierwszym przeniesionym systemem był MAXI - instrument ten wykonuje skanowanie nieba co 90 minut za pomocą dwóch typów detektorów - kamery szczelinowej z komorą gazową (Gas Slit Camera - GSC); oraz półprzewodnikowej kamery szczelinowej (Solid-state Slit Camera - SSC). Podsystem GSC składa się z 12 liczników proporcjonalnych. SSC zawiera chłodzony detektor CCD wrażliwy na promieniowanie rentgenowskie. Skanowanie nieba umożliwiają zmiany położenia stacji na orbicie, dzięki czemu nie są wymagane żadne systemy pozycjonowania. Uzyskiwanie przez instrument dane są rozprowadzane przez Internet, dzięki czemu po zaobserwowaniu zjawiska przejściowego astronomowie na całym świecie mogą zaplanować jego dokładniejsze obserwacje. W celu przeniesienia tego instrumentu na paletę JEM EF został on pochwycony za



Fragment Morza Martwego widoczny z orbity (S127-E-008034)



Timothy Kopra ćwiczy na pokładzie ISS (ISS020-E-023565)

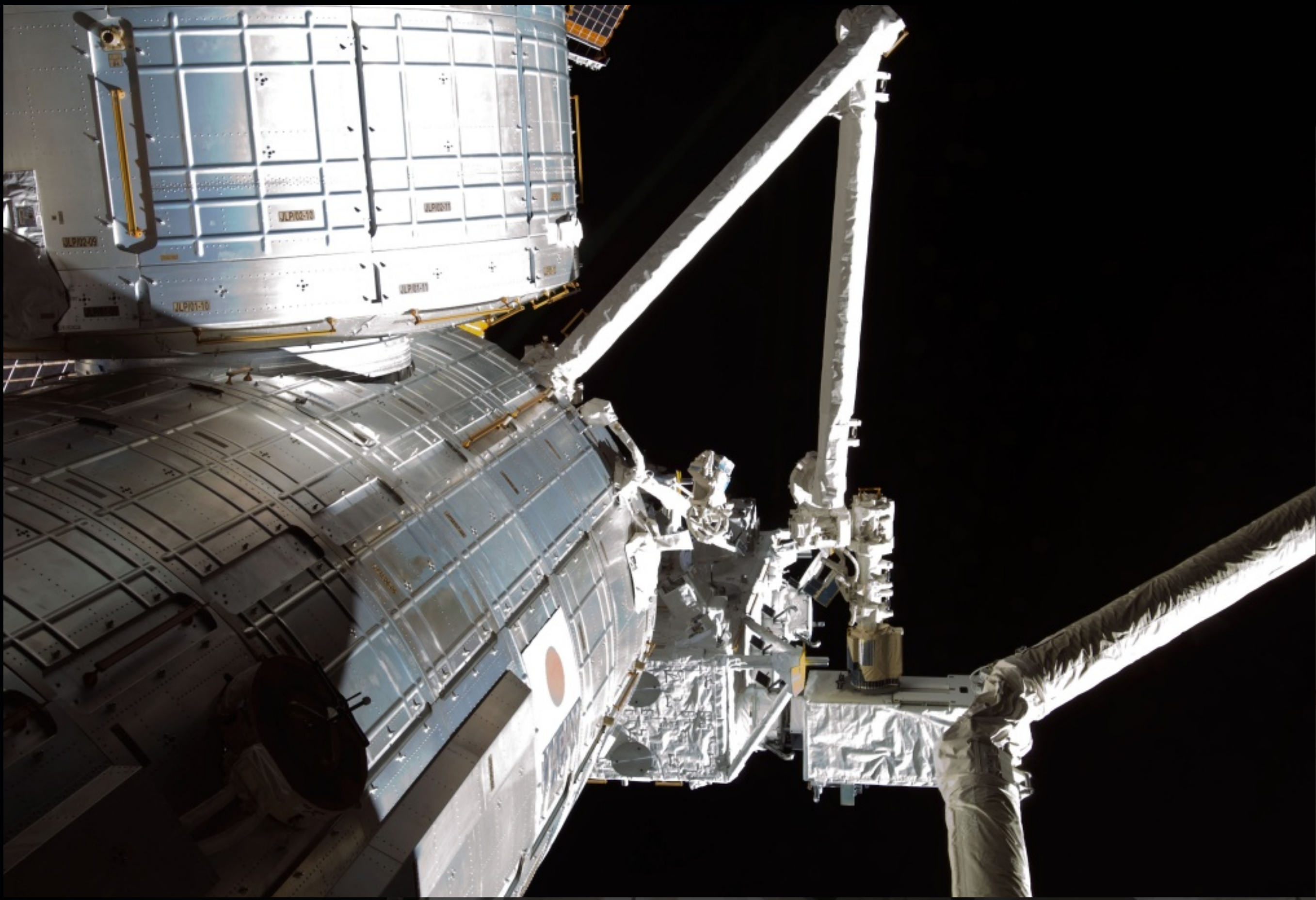


Mark Polansky i Koichi Wakata podczas przenosin systemu MAXI (ISS020-E-023581)

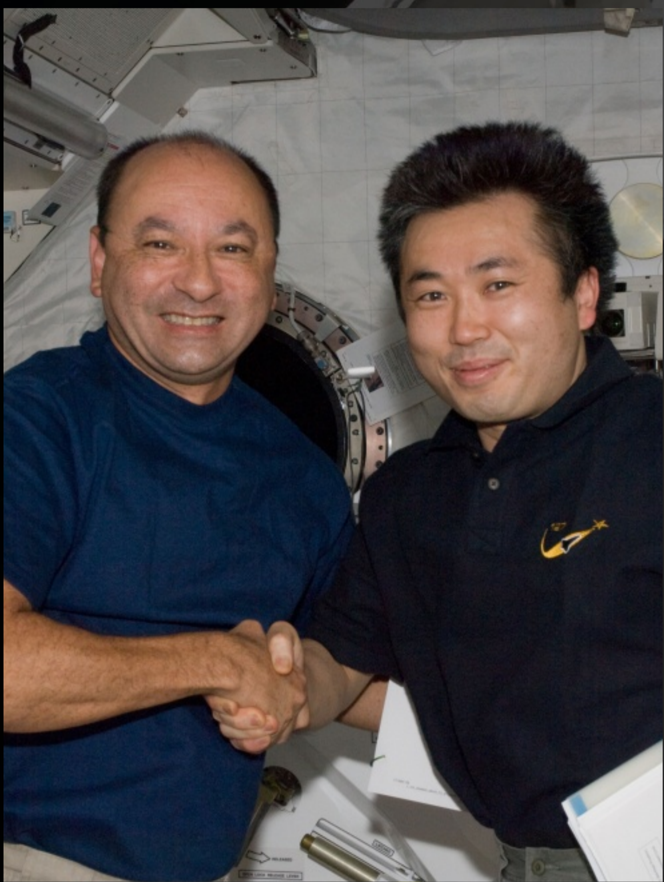
pomocą ramienia JEM RMS. Początkowo poruszało się ono zbyt szybko, więc zostało przełączone w pełni ręczny tryb sterowania. Następnie zdalnie zwolnione zostało mocowanie w obrębie mechanizmu dołączania ładunków użytecznych (Payload Attachment



David Wolf na środkowym pokładzie wahadłowca Endeavour podczas dziewiątego dnia misji (STS127-E-008047)



Ramię zaminstalowane na japońskim module JEM Kibo pomaga podczas instalacji MAXI (S127-E-008171)



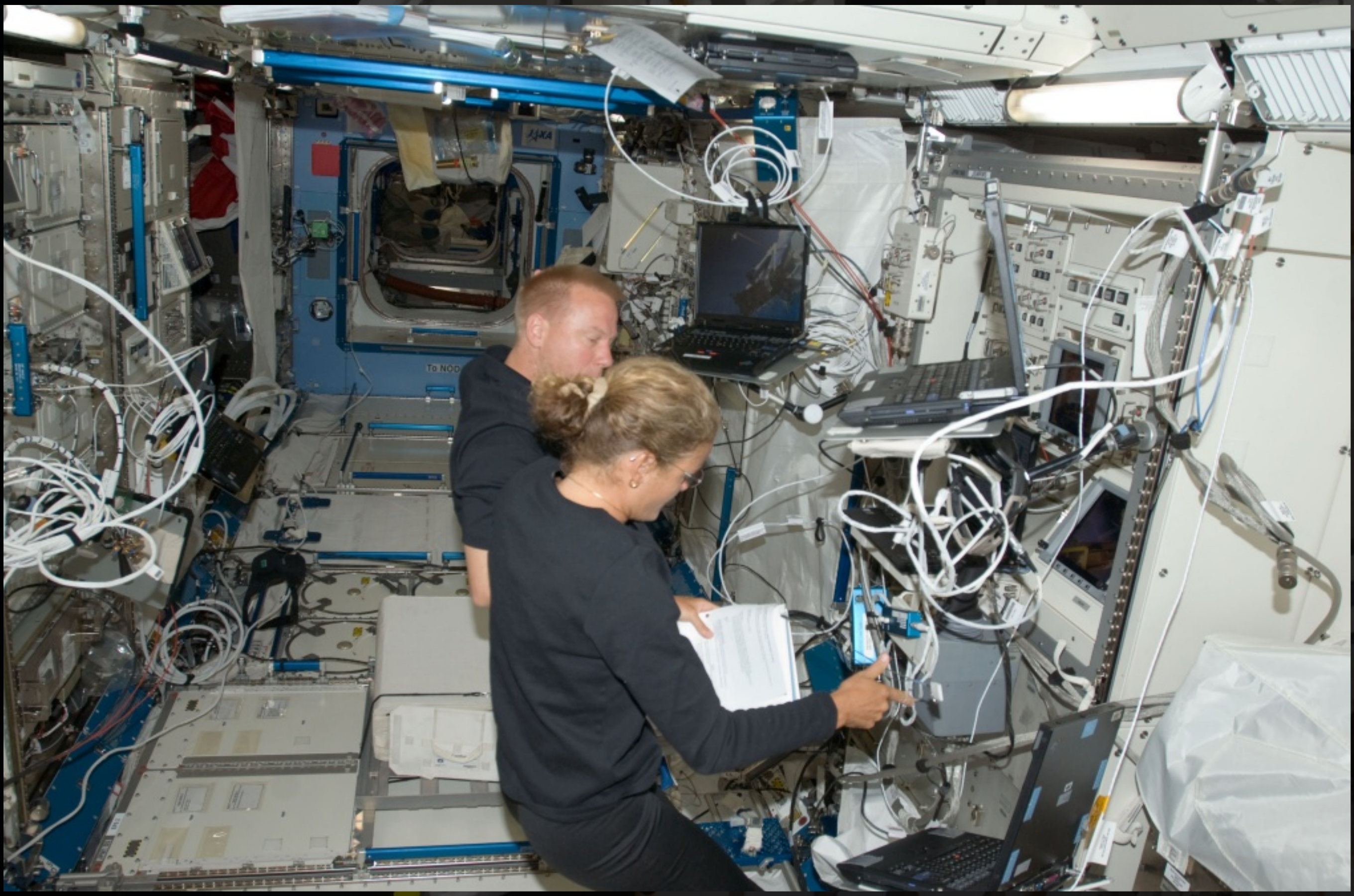
Polansky i Wakata po udanym przeniesieniu MAXI (S127-E-008063)

Mechanism - PAM), czyli interfejsu łączącego MAXI z JEM ELM ES. Mechanizm PAM składał się z systemu łączenia strukturalnego (Structure Latch Mechanism – SLM) oraz systemu podłączania okablowania (Umbilical Connector Mechanism - UCM). UCM dostarczał połączenia elektrycznego umożliwiającego przesył mocy do systemów ogrzewających ładunki. Po oddzieleniu MAXI od PAM, instrument ten został przeniesiony na boczną stronę JEM EF. Tam został zainstalowany poprzez interfejs EEU. Po zetknięciu się biernego elementu EEU (EFU) na JEM EF oraz elementu czynnego (PIU) na MAXI uzyskano połączenie. Został on zainstalowany na interfejsie prostopadłym do długiej osi JEM EF, na brzegu tej platformy zwróconym w stronę PMA 2. Połączenie fizyczne zapewnił system zatrzasków. Ponadto automatycznie podłączone zostały kable zasilające i wymiany danych, oraz linie transportu środków chłodzących z platformy JEM EF. W dalszej kolejności zainstalowano system ICS-EF. Jest on częścią systemu komunikacji interorbitalnej (Inter-orbit

Communication System - ICS). ICS pozwala na wymianę danych pomiędzy modułem JEM Kibo a Kontrolą Misji (Mission Control Room - MCR) w Centrum Lotów Kosmicznych w Tsukuba (Tsukuba Space Center - TKSC) w Japonii, oraz między MCR i JEM Kibo. Wymiana danych odbywa się poprzez japońskiego testowego satelitę wymianach danych (Data Relay Test Satellite - DRTS). Dane do transmisji są przygotowywane przez przez moduł ciśnieniowy ICS (ICS Pressurized Module - ICS-PM), umieszczony w module JEM Kibo. ICS-EF następnie wysyła dane do satelity DRTS lub odbiera je i przekazuje do ICS-PM. ICS-EF składa się z anteny, systemu pozycjonującego antenę, konwerterów częstotliwości, wzmacniacza dużej mocy, oraz sensora Słońca, sensora Ziemi i bezwładnościowej jednostki odniesienia. Antena może być bezpośrednio skierowana na satelitę DRTS przez system pozycjonowania używający wymienionych wyżej urządzeń. Dane te pozwalają na obliczenie kierunku w którym antena musi zostać wskazana na bazie wzajemnych pozycji stacji i satelity na orbicie. Po



Tim Kopra i Koichi Wakata w module JEM Kibo (S127-E-008181)

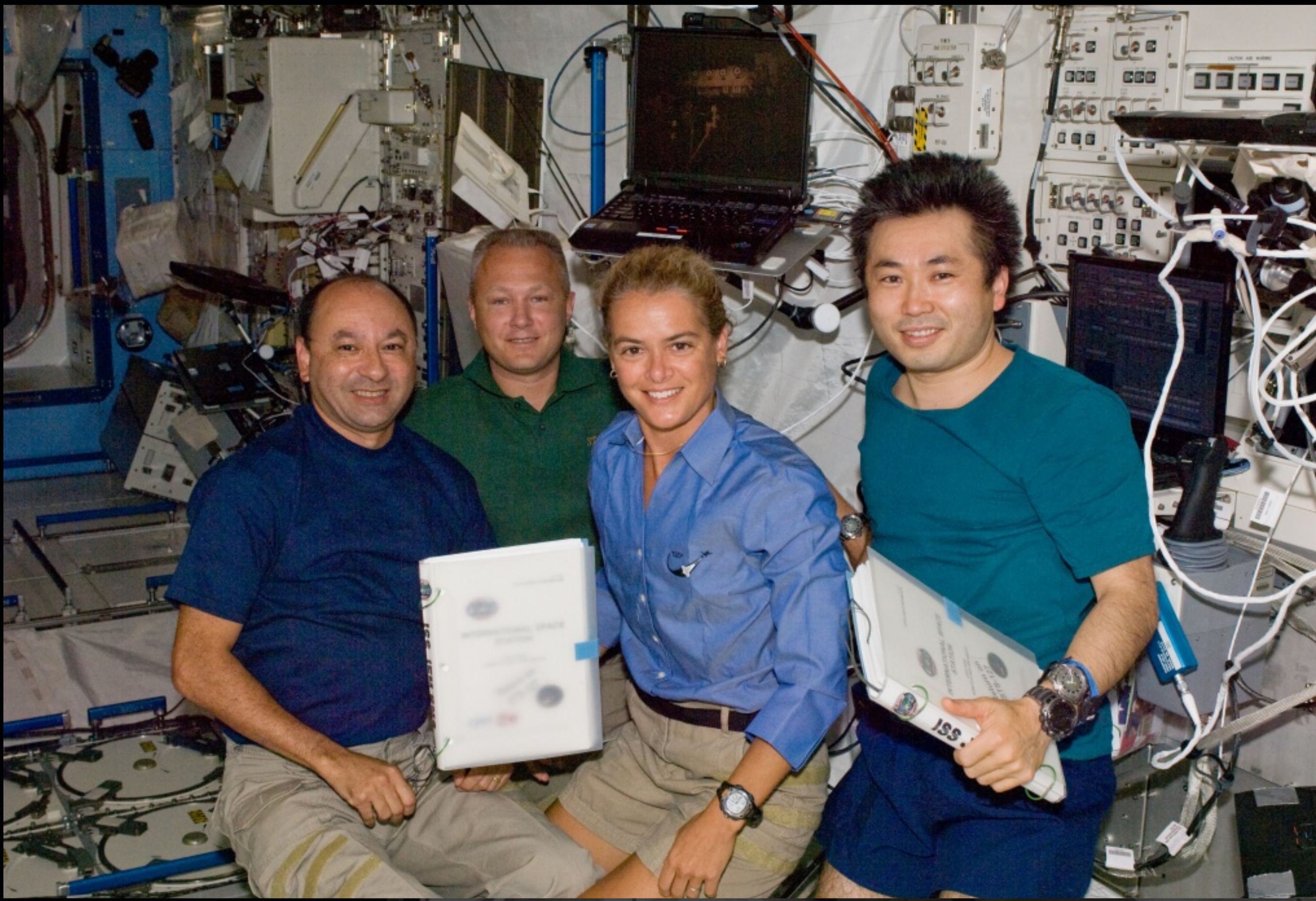


Kanadyjska astronatka Julie Payette i Tim Kopra przy stanowisku sterowania japońskim ramieniem JEM-RMS (ISS020-E-024417)



Doug Hurley filmuje za pomocą kamery HDV przenosiny elementów z użyciem ramienia JEM-RMS (ISS020-E-024460)

zainstalowaniu ICS-EF możliwa stała się skuteczna wymiana danych pomiędzy japońskim kompleksem stacji a TKSC, co ma znaczenie podczas transmisji dużych ilości informacji, takich jak zapisy wideo z eksperymentów naukowych. Podobnie jak MAXI, ICS-PM został pochwycony przez JEM RMS, dołączony od PAM i zainstalowany za pomocą ramienia na stronie bocznej JEM EF poprzez EEU. Znalazł się naprzeciwko MAXI, czyli był zwrócony w stronę rosyjskiej części stacji. Ostatnim montowanym na JEM EF elementem był eksperyment SEDA-AP. Pozwala on na pomiary neutronów, plazmy, ciężkich jonów, lekkich cząstek o wysokich energiach, tlenu atomowego oraz pyłu kosmicznego w otoczeniu stacji. Pozwala też na badania wpływu środowiska kosmicznego na materiały oraz urządzenia elektroniczne. W skład tego systemu wchodzą: monitor neutronów (Neutron Monitor - NEM); teleskop ciężkich jonów (Heavy Ion Telescope - HIT); monitor plazmy (Plasma Monitor - PLAM); monitor dawki promieniowania (Standard Dose Monitor - SDOM); monitor tlenu atomowego (Atomic Oxygen Monitor - AOM); wyposażenie oceny stanu urządzenia elektronicznego (Electronic Device Evaluation Equipment - EDEE); system chwytający mikrocząstki (Micro-Particles Capture - MPAC); oraz układ wystawiony na działanie przestrzeni kosmicznej (Space Environment Exposure Device - SEED). Sensory NEM i PLAM zostały umieszczone na rozkładalnym, ażurowym maszcie. Przeniesienie SEDA-AP nie sprawiło żadnych problemów. Zostało odłączone przez JEM RMS od PAM i przeniesione na interfejs EEU równoległym do długiej osi JEM EF. Po zakończeniu relokacji ładunków astronauci odpowiadali na pytania zadawane przez reporterów ze stacji telewizyjnych z Florydy, Północnej Karoliny, Teksasu, Newady i Maine. Później astronauci Polansky, Payette i Wolf uczestniczyli w drugiej sesji wywiadów. W tym czasie astronauci Cassidy i Marshburn zajmowali się przygotowaniami skafandrów kosmicznych oraz narzędzi przeznaczonych do użycia podczas EVA-4. Przejrzeli też związane ze spacerem procedury. Astronauci przenosili również próbki z eksperymentów przeznaczone do sprowadzenia na Ziemię przetrzymywane



Mark Polansky, Doug Hurley, Julie Payette i Koichi Wakata po zakończeniu instalacji modułów na JEM-EF (S127-E-008272)

w zamrażarce GLACIER (General Laboratory Active Cryogenic ISS Experiment Refrigerator - GLACIER). Podczas dnia grzejnik ogniwa paliwowego numer 3 wahadłowca Endeavour pracował dłużej niż powinien. Aby uniknąć jego awarii zmieniono konfigurację systemu generującego energię elektryczną. Ogniwo paliwowe numer 3 zostało odłączone od wspólnej magistrali energetycznej. Dzięki temu produkowało więcej energii niż normalnie i pozostawało odpowiednio ciepłe bez włączonego grzejnika. Skutkiem tego było większe zużycie tlenu i wodoru, jednak misja nie musiała być z tego powodu skrócona. Problem z grzejnikiem nie był również związany z drobnymi problemami z ogniwem paliwowym numer 3 wykrytym przed startem wahadłowca. Przed rozpoczęciem kolejnego dnia Chris Cassidy i Tom Marshburn spędzili noc w śluzie Quest przed 4 spacerem kosmicznym. Tymczasem na Ziemi zdecydowano o wykonaniu kolejnych testów przylegania pianki izolacyjnej do zewnętrznego zbiornika ET, tak aby ilość



Julie Payette w module Zwiezda (S127-E-008302)

wykonanych testów była istotna statystycznie. Stosowano ET-132 dla misji STS-128, w związku z tym misja ta została opóźniona o kilka dni.



Widok z japońskiego laboratorium Kibo na moduł JEM-EF z zainstalowanymi modułami (ISS020-E-024201)

FLIGHT DAY 10
EVA-4

Dziesiątego dnia misji, 24/25 lipca odbył się czwarty spacer kosmiczny, czyli EVA-4. Jedynym zadaniem spaceru była wymiana pozostałych czterech baterii modułu ITS P6. Pierwotny plan misji zakładał też kontynuowanie instalacji systemu VE na JEM EF, ale z powodu opóźnienia wymiany baterii zadanie to zostało przeniesione na EVA-5. Astronauci Chris Cassidy i Tom Marshburn rozpoczęli spacer ze śluzy Quest w skafandrach EMU o godzinie 13:54 UTC. Po przygotowaniu narzędzi udali się na kratownicę stacji i doszli do segmentu ITS P6. Platforma ICC-VLD z nowymi bateriami została już przesunięta we właściwe miejsce za pomocą ramienia stacji CanadArm2. Ramieniem tym sterowali Koichi Wakata i Julie Payette. Rozpoczynając wymianę



Widok z pokładu stacji podczas orbtalnego świtu (S127-E-008370)



Widok z pokładu wahadłowca na zatoki Sueską oraz Akaba, a także fragment Półwyspu Synaj
(S127-E-008371)

baterii Chris Cassidy odłączył nową baterię C z gniazda położonego na ICC-VLD. Podczas wyciągania baterii ICC-VLD był nieznacznie przesuwany za pomocą CanadArm2, co ułatwiało operację. Cassidy przekazał baterię C Marshburnowi, a on podłączył ją do gniazda 3 IEA.



Tom Marshburn przygotowuje się do czwartego spaceru kosmicznego
(ISS020-E-023821)



Astronauta Christopher Cassidy niemal gotowy do prac w przestrzeni kosmicznej w ramach spaceru EVA-4 (ISS020-E-023822)

Następnie Marshburn wymontował starą baterię 2 z IEA ITS P6, wyszedł z mocowania na stopy i przekazał ją Cassidy’emu. Ten, po zainstalowaniu jej w gnieździe C ICC-VLD, wymontował nową baterię D i przekazał ją Marshburnowi. Ten zainstalował ją



Dave Wolf pomaga założyć SAFER Marshburnowi, po prawej Cassidy oczekuje na swoją kolej (ISS020-E-023826)

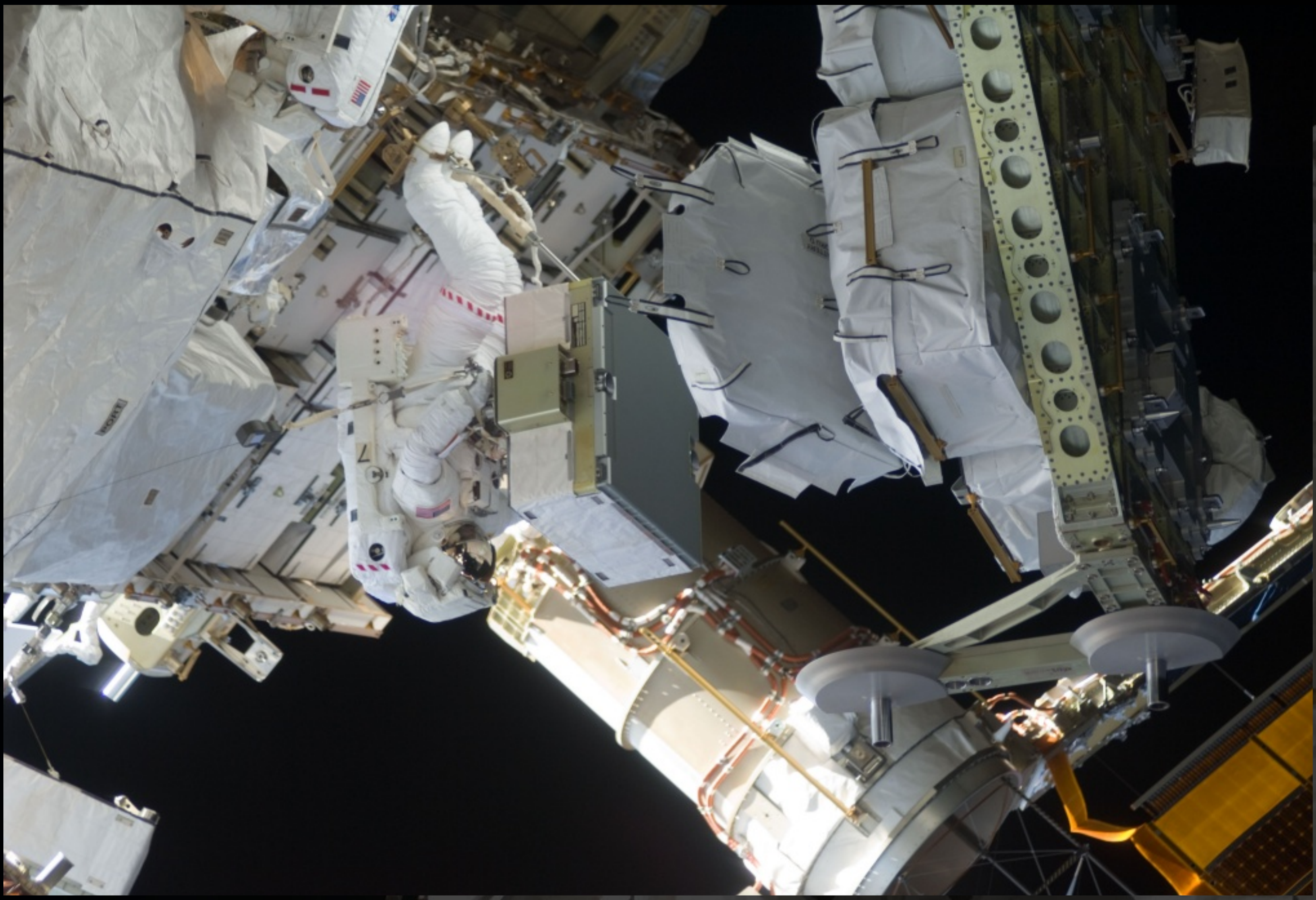
w gnieździe 2 IEA. W tym momencie spacer kosmiczny trwał już trzy godziny. Kontrola misji poinformowała, że otrzymuje prawidłowe dane z nowo zainstalowanych baterii. Spacer trwał 4.5 godziny i był opóźniony w stosunku do planu, choć tym razem systemy usuwania dwutlenku węgla ze skafandrów astronautów działały prawidłowo. Długość spaceru była ograniczona do 7,5 godziny jedynie przez zapas tlenu w skafandrach, ale w przypadku opóźnienia montażu baterii zapas ten mógł zostać uzupełniony w śluzie Quest. W dalszej kolejności Marshburn usunął starą baterię 5 z IEA i podał ją Cassidy'emu, który zamocował ją w gnieździe F ICC-VLD. Potem Cassidy wymontował nową baterię E, którą podał Marshburnowi. Została ona umieszczona w gnieździe 5 IEA. Marshburn odłączył potem ostatnią, starą baterię, oznaczoną numerem 6. W tym momencie spacer kosmiczny trwał już sześć godzin, ale astronauci nadrobili część czasu straconego wcześniej. Marshburn podał następnie baterię 6 Cassidyemu, który umocował ją w gnieździe E IEA. Następnie Cassidy



Przenosiny nowej baterii D
(S127-E-008440)



Astronauci montują nową baterię D na elemencie ITS P6
(S127-E-008459)



Ostatnia ze starych baterii trafia na moduł transportowy ICC-VLD (S127-E-008464)



Tom Marshburn podczas EVA-4 (ISS020-E-023962)

uwolnił nową baterię F, którą Marshburn zainstalował w gnieździe 6 IEA. Dzięki temu ITS P6 posiadał 6 nowych baterii. Spacer był w tej chwili opóźniony tylko o 15 minut, dzięki czemu nie było potrzeby powrotu do śluzy Quest w celu uzupełnienia zasobów tlenu. Procedura taka trwałaby około 30 minut i dodatkowo przedłużyła spacer. Do umieszczenia na ICC-VLD pozostała jeszcze pierwsza, stara bateria (oznaczona numerem 1), która podczas trzeciego spaceru kosmicznego misji została tymczasowo zainstalowana na mocowaniu na powierzchni kratownicy ITS P6. Cassidy odłączył ją od uchwytu i podał Marshburnowi, a on zabezpieczył ją w gnieździe D ICC-VLD. Procedura wymiany baterii została w ten sposób zakończona - wszystkie zainstalowane na IEA ITS P6 baterie działały prawidłowo. Astronauci rozpoczęli więc pakowanie narzędzi. W tym czasie ramię CanadArm2 wycofało platformę ICC-VLD z okolic ITS P6. Platforma została przeniesiona w pozycję parkingową, gdzie została pochwycona za pomocą ramienia

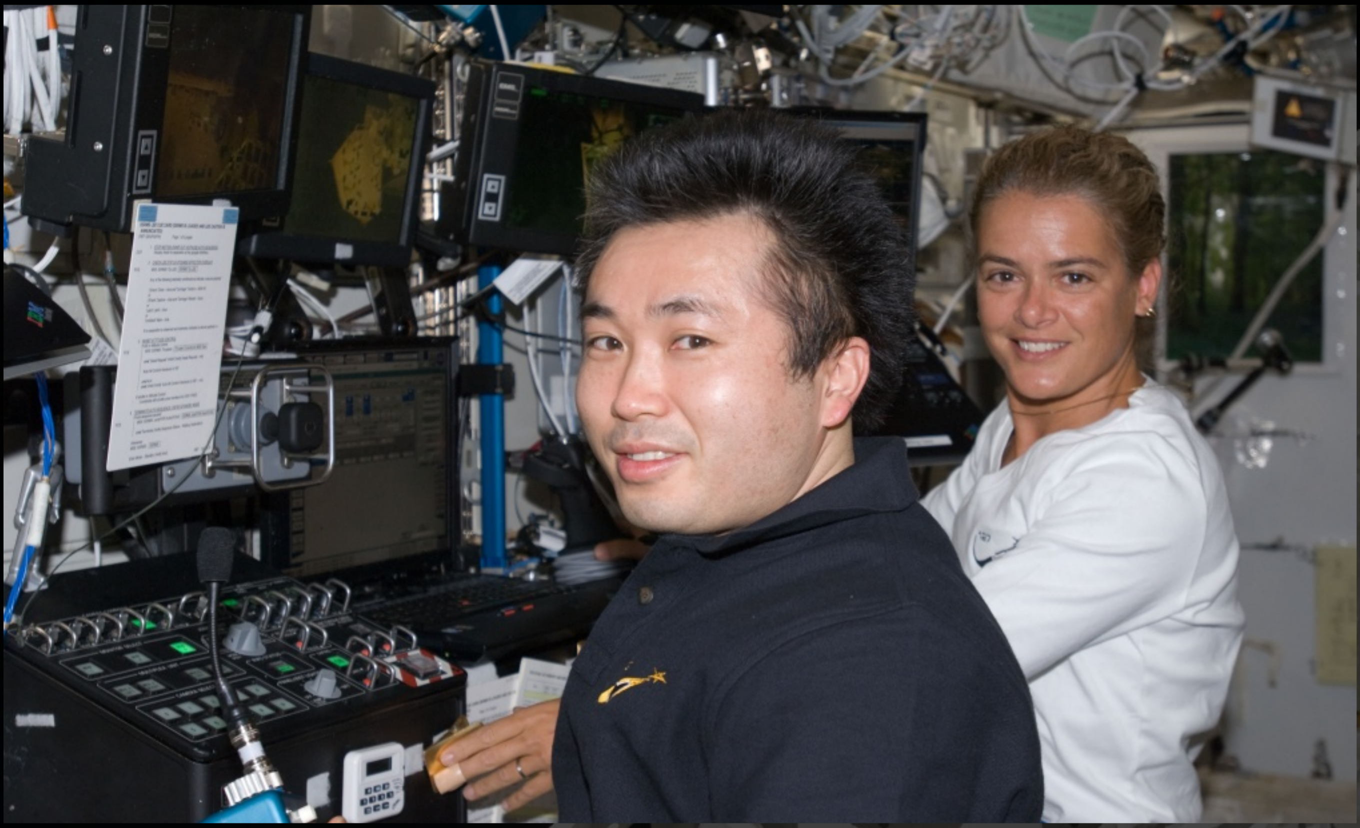


Zbliżenie na hełm skafandra Christophera Cassidy podczas EVA-4; w odbiciu widoczny Tom Marshburn (ISS020-E-023974)

wahadłowca SRMS. Ramieniem wahadłowca sterowali Doug Hurley i Mark Polansky. Tymczasem astronauci wrócili do śluzy Quest - pierwszy w śluzie znalazł się Cassidy, a za nim Marshburn. Spacer EVA-4 został zakończony o godzinie 21:06 UTC. Trwał 7 godzin i 12



Tom Marshburn i Chris Cassidy po zakończeniu spaceru EVA-4, pomagają im Mike Barratt (u góry) i Dave Wolf (ISS020-E-024163)



Koichi Wakata i Julie Payette przy pulpicie sterowniczym ramienia CanadArm2 w laboratorium Destiny (ISS020-E-024685)

minut, czyli nieznacznie krócej niż planowano, ale zakończył się pełnym sukcesem - astronauci z powodzeniem zakończyli wymianę baterii ITS P6, co było jednym z głównych zadań misji. Był to 129 spacer kosmiczny w historii ISS - łącznie trwały one teraz



Jeden z pojazdów Sojuz, pełniących rolę szalup ratunkowych na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (S127-E-008664)

805 godzin i 42 minuty. Zarówno dla Cassidyego jak i dla Marshburna był to drugi spacer kosmiczny. Łącznie cztery spacery kosmiczne misji 2JA (STS-127) trwały 25 godzin i 36 minut. Niedługo po zakończeniu spaceru końcówka CanadArm2 została odłączona od ICC-VLD, a ramię SRMS przeniosło paletę do ładowni wahadłowca Endeavour, gdzie została ona ponownie zamocowana. Następnie ramię zostało od niej odłączone. Po zakończeniu spaceru grzejniki nowych baterii doprowadziły je do temperatury operacyjnej, co umożliwiło rozpoczęcie ich ładowania. Pozostała załoga Stacji w trakcie dnia zajmowała się eksperymentami naukowymi oraz pracami konserwacyjnymi. Właśnie tego dnia o godzinie 10:56 UTC z kosmodromu Bajkonur wystartował statek Progress M-67, co rozpoczęło misję 34P i jednocześnie oznaczało bliski koniec misji SYS-127. W czasie startu Stacja przelatywała na wysokości 350,8 kilometra ponad Sapporo w Japonii. Cumowanie tego statku do tylnego węzła modułu Zwiezda było zaplanowane na godzinę 11:16 UTC 29 lipca, czyli zaledwie po 18 godzinach od odcumowania wahadłowca Endeavour.



Tim Kopra i Koichi Wakata w module JEM Kibo
(S127-E-008181)



Doug Hurley i Chris Cassidy na pokładzie STS-127
(S127-E-008488)

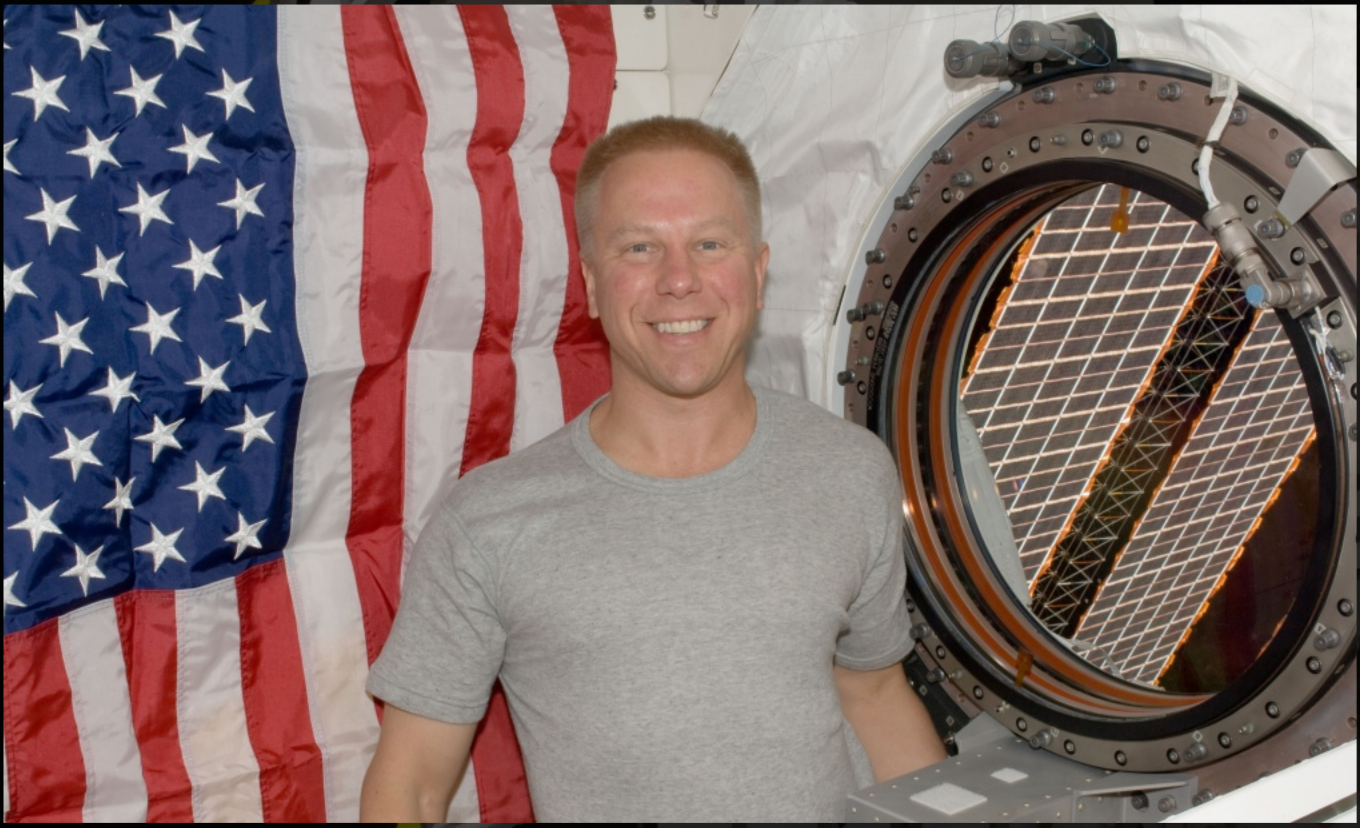
FLIGHT DAY 11

Jedenastego dnia misji, 25/26 lipca załoga wahadłowca Endeavour miała czas wolny. Astronauci Mark Polansky, Doug Hurley, Chris Cassidy, Julie Payette, Tom Marshburn i Dave Wolf wzięli udział w konferencji prasowej, podczas której której odpowiadali na pytania reporterów ze stacji telewizyjnych CBS News, WISH-TV z Indianapolis oraz WREG-TV z Memphis. Załoga stacji działała według planu typowego dla weekendu - jej członkowie wykonywali jedynie rutynowe prace konserwacyjne oraz ćwiczenia fizyczne. Po południu wystąpiły problemy z systemem usuwającym dwutlenek węgla (Carbon Dioxide Removal Assembly - CDRA) w amerykańskiej części stacji - został on wyłączony przez bezpiecznik (Remote Power Controller - RPC). Załoga stacji sprawdziła, czy z systemu tego nie wydobywa się dym,



Julie Payette pozuje do zdjęcia przy oknie japońskiego laboratorium Kibo
(S127-E-008690)

ale nie zauważyła żadnych oznak problemów. Awaria nie powodowała również natychmiastowych kłopotów, ale inżynierowie poszukiwali przyczyny zadziałania bezpiecznika. Mogło to zostać spowodowane przez wadliwy, stale włączony grzejnik. Drugi system CDRA


Tim Kopra w module orbitalnym Kibo JEM; za oknem widoczny zestaw baterii ogniw fotowoltaicznych
(S127-E-008701)



Dowódca misji STS-127 Mark Polansky unosi się w module japońskiego laboratorium
(S127-E-008704)

znajdzie się na stacji podczas misji STS-128 jako składnik systemu rewitalizacji powietrza (Air Revitalization System Rack). W czasie dnia baterie modułu ITS P6 zainstalowane podczas trzeciego i czwartego spaceru kosmicznego były ładowane i po popołudniu zostały włączone



Dave Wolf w module Kibo JEM
(S127-E-008702)



Doug Harley przy oknie laboratorium Kibo
(S127-E-008705)



Widok z okna japońskiego laboratorium Kibo na nowy moduł JEM EF
(S127-E-008586)

do sieci elektrycznej stacji. Tymczasem na Ziemi zakończyły się testy pianki izolacyjnej zewnętrznego zbiornika paliwa dla misji 17A (lot STS-128 wahadłowca Discovery) i wydano zgodę na przetransportowanie orbitera Discovery do VAB.



Mark Polansky przykleja patch misji STS-127
(ISS020-E-024567)



Tim Kopra składa podpis przy patchu Ekspedycji 20
(ISS020-E-024573)



Tom Marshburn i Tim Kopra w module Kibo
(S127-E-008609)



Gennady Padalka, kosmonauta ekspedycji 20 podpisuje się pod logiem misji
(ISS020-E-024576)



Kosmonauta Rosyjskiej Federalnej Agencji Kosmicznej, Roman Romanenko, składa podpis w module Kibo
(S127-E-008635)



Robert Thirsk, astronauta CSA i członek 20 wyprawy na ISS podpisuje się w japońskim laboratorium
(S127-E-008638)



Astronauta ESA, Frank De Winne składa podpis pod logiem Ekspedycji 20
(S127-E-008642)



Julie Payette w module Unity
(S127-E-008845)



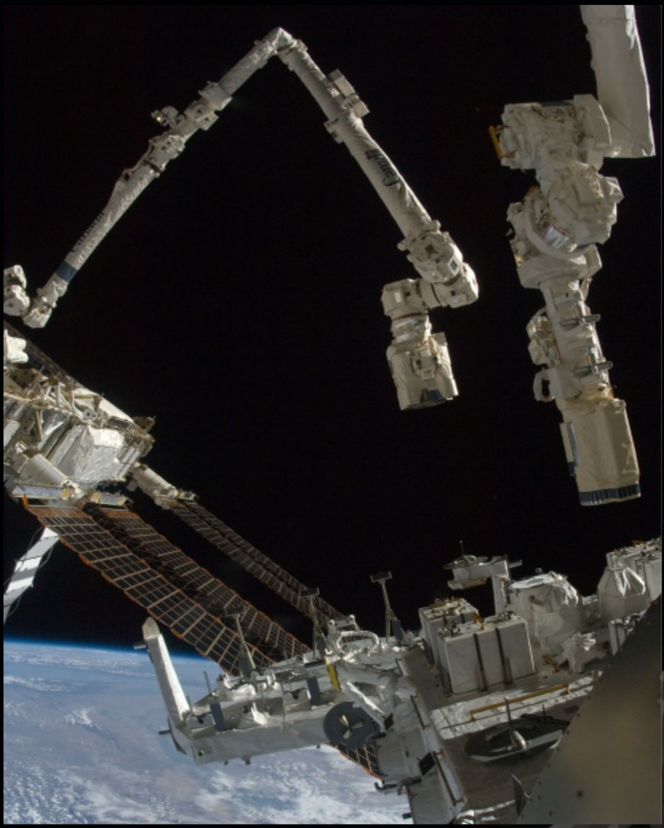
Pojazd Sojuz zacumowany do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej
(S127-E-008852)

FLIGHT DAY 12

Dwunastego dnia misji, 26/27 lipca paleta JEM ELM ES została ponownie umieszczona w ładowni wahadłowca Endeavour. Pochwycono ją za pomocą ramienia CanadArm2, a następnie mechanizm PIU został odłączony od EFU i JEM ELM ES został oddzielony od JEM EF. CanadArm2 przeniósł potem paletę w pozycję parkingową, gdzie została ona



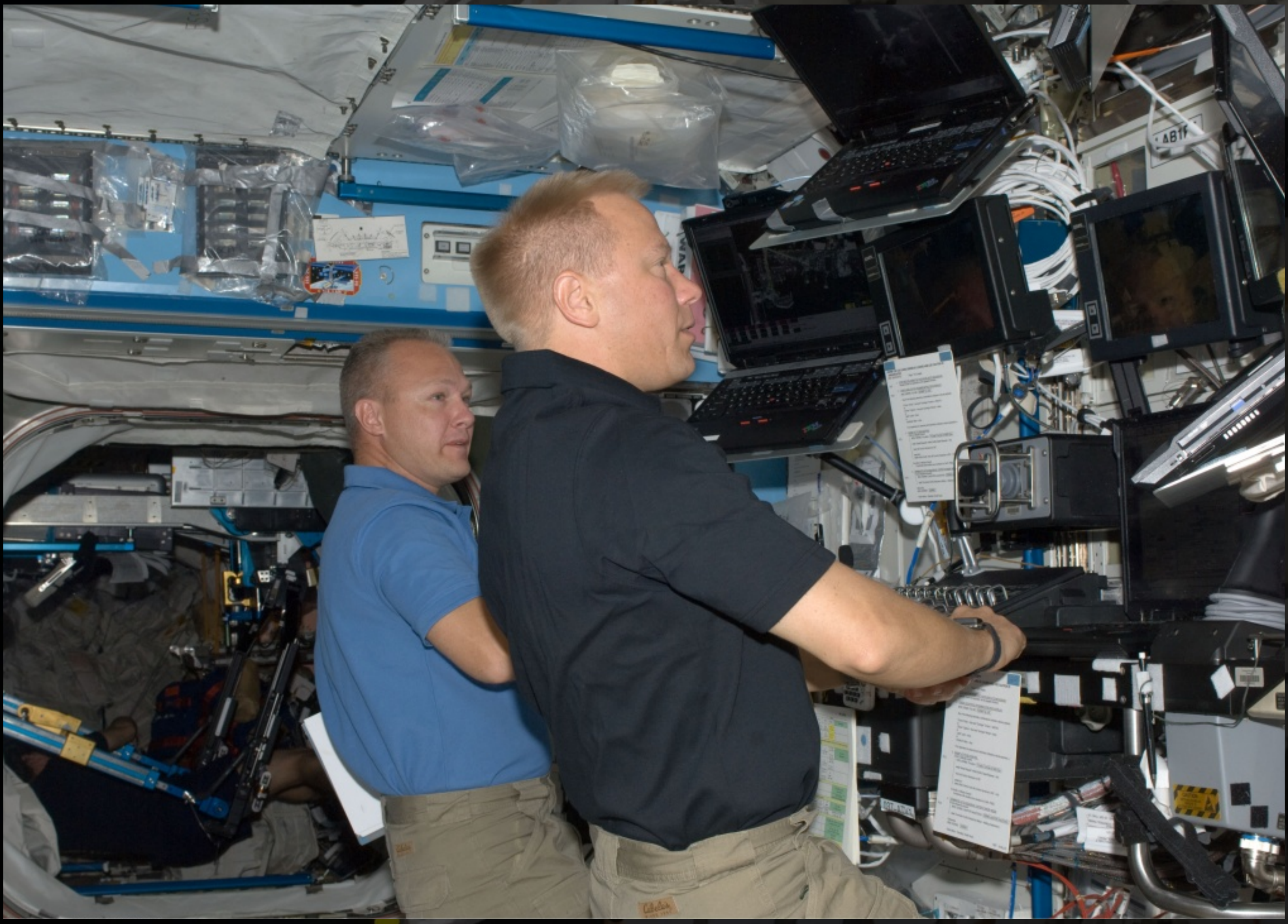
Dowódca misji STS-127 Mark Polansky przegląda listę zadań na dwunasty dzień lotu
(S127-E-008854)



Widok na manipulatory CanadArm2 oraz JEM-RMS
(ISS020-E-025116)



Julie Payette w laboratorium Kibo
(S127-E-008864)



Tim Kopra (w tle) i Doug Hurley przy konsoli sterowania CanadArm2 w laboratorium Destiny
(S127-E-008867)



Christopher Cassidy przygotowuje narzędzia w śluzie Quest przeznaczone do zastosowania podczas EVA-5 (S127-E-008871)

pochwycona przez manipulator RMS wahadłowca. Po odłączeniu zakończenia CanadArm2, RMS umieścił paletę w ładowni. Po tym manewrze jego zakończenie zostało odłączone od JEM EL ES, a ramię zostało zatrzymane w pozycji parkingowej. W ten sposób zostały



Julie Payette pracuje przy konsoli sterowania ramieniem SRMS na pokładzie Endeavour (S127-E-008889)



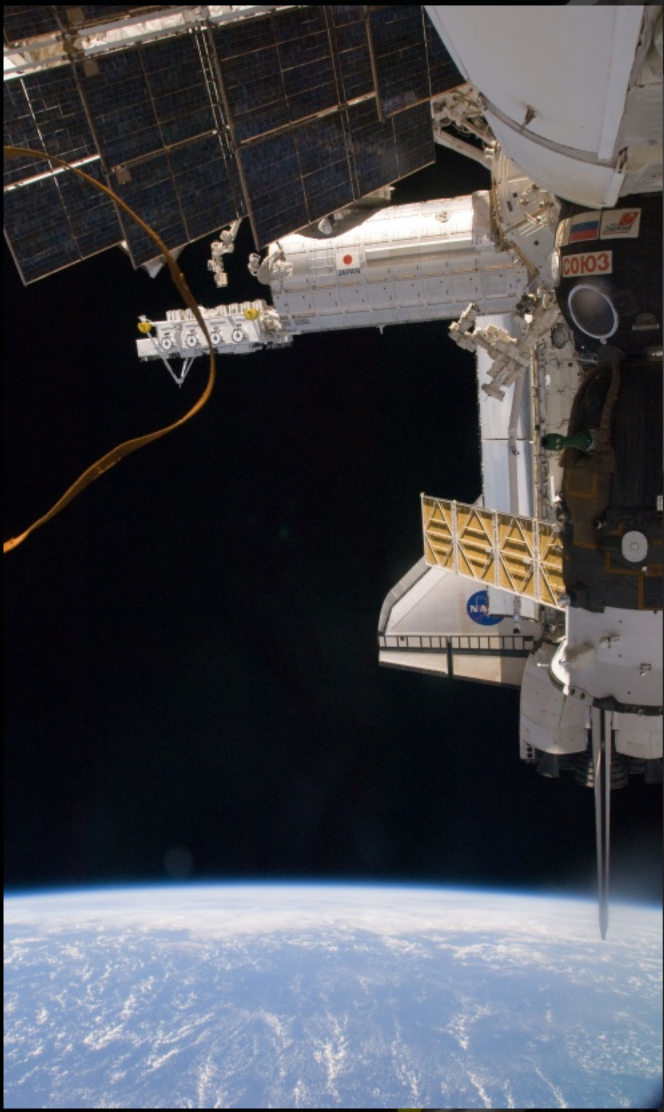
Mark Polansky fotografuje przenosiny paleny ELM-EF z pokładu wahadłowca
(S127-E-008891)

zakończone prace z ramionami przewidziane na tą misję. W trakcie trwania tego dnia kontrola misji wyłączyła główny grzejnik systemu usuwania dwutlenku węgla CDRA i uruchomiła grzejnik zapasowy, a cały system był obsługiwany w trybie ręcznym. Jego praca nie była



Astronauta Christopher Cassidy pracuje w śluzie Quest
(S127-E-008922)

kontrolowana przez oprogramowanie na stacji, ale wymagała wysyłania serii komend z Ziemi, nakazujących otwieranie zaworów i usuwanie dwutlenku węgla poza kompleks orbitalny. Dzięki temu CDRA działał prawie normalnie - nie było więc potrzeby nieco wcześniejszego odcumowania wahadłowca. Dane dotyczące problemu z tym systemem były nadal analizowane i nie podjęto jeszcze próby naprawy. Załogi stacji i wahadłowca uczestniczyły również w konferencji prasowej - w tym celu astronauci spotkali się w module Harmony. Chris Cassidy i Tom Marshburn zajmowali się następnie przygotowaniami skafandrów EMU oraz narzędzi używanych w trakcie spacerów kosmicznych. Przejrzeli również procedury związane z EVA-5. Noc przed piątym i ostatnim spacerem kosmicznym STS-127 spędzili w śluzie Quest.



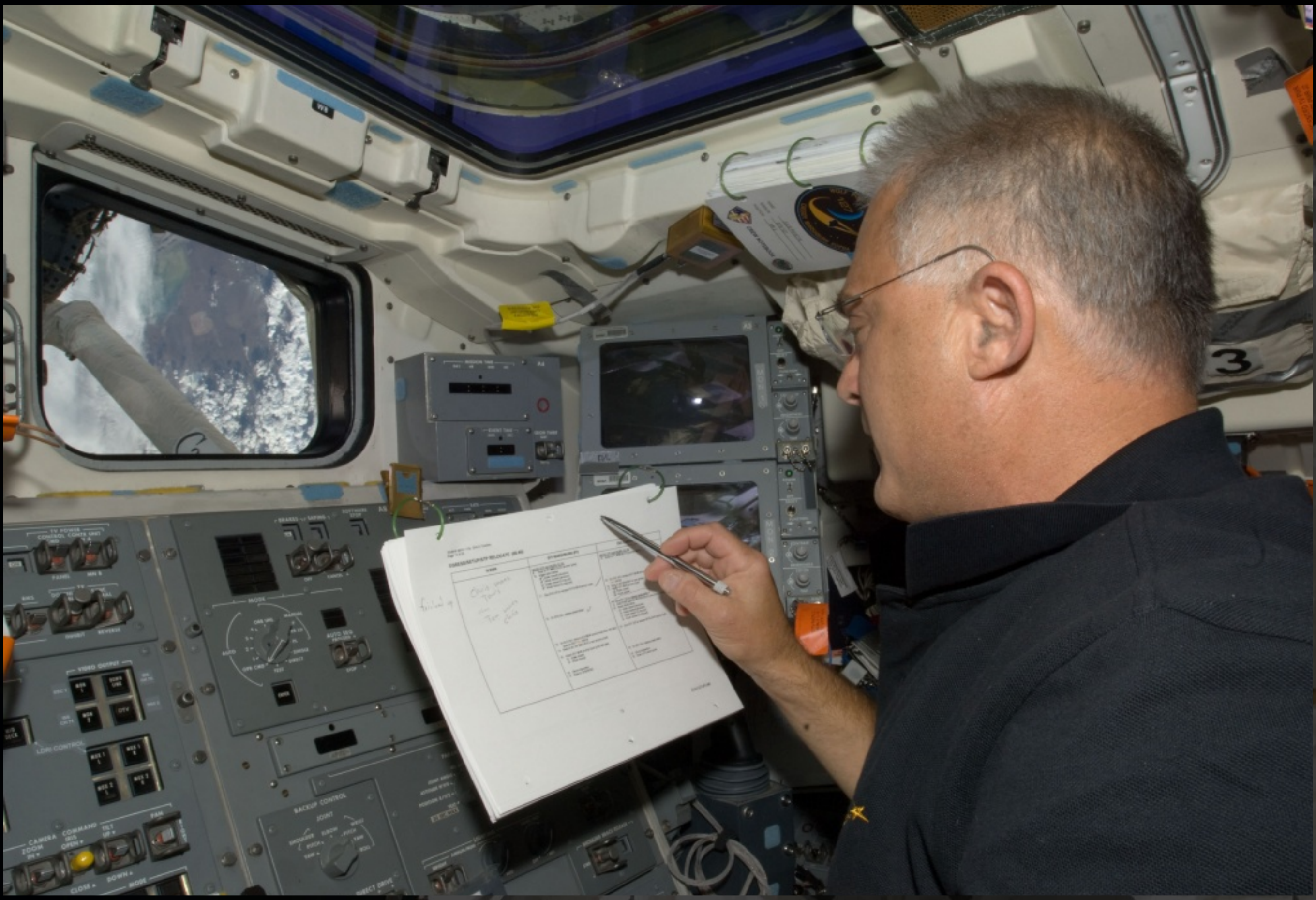
Widak z pokładu ISS na elementy stacji (ISS020-E-025606)



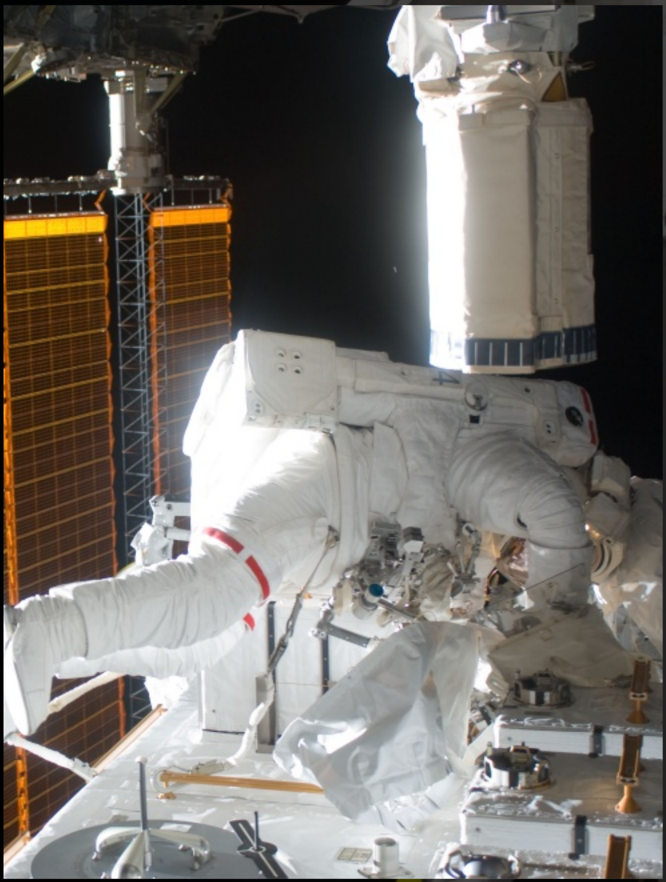
Mark Polansky pracuje na pokładzie ISS (S127-E-008926)

FLIGHT DAY 13 EVA-5

Trzynastego dnia misji, 27/28 lipca odbył się ostatni spacer kosmiczny, EVA-5. Jego głównym celem było wykonanie licznych, mniejszych zadań przy stacji kosmicznej. Astronauci Chris Cassidy i Tom Marshburn rozpoczęli spacer ze śluzy Quest o godzinie 11:33 UTC, w czasie gdy stacja przelatywała ponad Afryką. Następnie zebrali potrzebne narzędzia i rozdzielili się. Marshburn przeszedł po powierzchni modułów stacji na moduł Destiny, gdzie znajdował się system manipulatorów Dextre, zaparkowany przy interfejsie PDGF. Tam zajął się ponownym umocowaniem dwóch arkuszy izolacji termicznej na mechanizmie zmiany narzędzi (Orbital Tool Changeout Mechanism - OTCM) Dextre, gdzie były one nieznacznie obsunięte. Reinstalacja arkuszy



Dave Wolf sprawdza listę zadań astronautów wykonujących EVA-5
(S127-E-009158)



Tom Marshburn odbezpiecza pierwszą kamerę VE
(S127-E-009303)

przebiegła bardzo sprawnie i następnie Marshburn mógł przeszejść po powierzchni Destiny, Harmony i JEM Kibo na platformę JEM EF. W tym czasie Cassidy pracował przy bloku ITS Z1, gdzie zajmował się rekonfiguracją okablowania na panelu połączeń elektrycznych. Operacja ta polegała na przełączeniu części kabli zasilających żyroskopy ITS Z1 na inny bezpiecznik. Bezpieczniki były nazywane zdalnymi kontrolerami mocy (Remote Power Controller Module - RPCM) i znajdowały się w obrębie ITS S0. Operacja miała na celu przywrócenie redundancji zasilania żyroskopów (Control Moment Gyro - CMG) - wcześniej zasilanie jednego z CMG zostało połączone z bezpiecznikiem obsługującym inny żyroskop z powodu awarii obwodu. Jeden z PRPC został wymieniony podczas misji STS-123 wahadłowca Endeavour, jednak nie udało się wtedy przełączyć wtyczki na panelu połączeń ITS Z1. Ponowną próbę podjęto podczas misji STS-119 wahadłowca Discovery, jednak wtyczka pozostała zablokowana. Tym samym dwa



Christopher Cassidy wchodzi na platformę JEM EF (S127-E-009315)

z czterech żyroskopów było połączonych z jednym bezpiecznikiem. W przypadku pojedynczej awarii w układzie obwodów, zasilania pozbawione rozstałyby oba żyroskopy. Tym razem jednak, dzięki dokładnie opracowanym czynnościom, wtyczkę udało się odłączyć i podłączyć do innego gniazda. Po zakończeniu rekonfiguracji zasilania CMG, Cassidy przeszedł wzdłuż amerykańskich modułów ISS do kompleksu japońskiego, gdzie dołączył do Marshburna na platformie JEM EF. Tam astronauci zajęli się instalacją systemu wizyjnego VE, który znajdował się w tymczasowej lokacji na środku platformy JEM EF i składał się z dwóch jednostek przeznaczonych do zamontowania blisko rogów platformy. W celu jego zainstalowania w miejscu przeznaczenia na końcu platformy JEM EF, astronauci odkręcili sześć śrub, zdjęli izolację termiczną i rozłączyli kabel zasilający. Na początku instalowana była przednia jednostka VE, która została zamontowana na końcu dłuższego brzegu platformy od strony PMA 2. Astronauci



Tom Marshburn (po lewej) i Christopher Cassidy podczas zwalniania zaczepów pierwszej kamery VE (S127-E-009322)



Christopher Cassidy przenosi pierwszą kamerę systemu wizyjnego VE
(S127-E-009329)

zainstalowali ją za pomocą dwóch śrub i podłączyli kabel zasilający. Potem instalowana była tylna część systemu. Po jej odłączeniu z lokalizacji tymczasowej astronauci zainstalowali ją na końcu długiego brzegu platformy od strony kompleksu rosyjskiego. Tak jak poprzednio



Chris Cassidy podłącza przewód zasilania i transmisji danych do pierwszej kamery
(S127-E-009343)



Widok na rosyjską część Międzynarodowej Stacji Kosmicznej; zdjęcie wykonane w trakcie EVA-5 (ISS020-E-025073)

wymagało to przykręcenia dwóch śrub oraz podłączenia kabla zasilającego. Kontrola misji w Japonii poinformowała, że otrzymuje prawidłowe dane z obu kamer - do tej pory spacer kosmiczny trwał trzy godziny. Potem astronauci zainstalowali trzy poręcze oraz dwie torby na wyposażenie na zewnątrz modułu JEM Kibo. Kontrola misji zrezygnowała z rozkładania mechanizmów PAS na sekcji S3 kratownicy ITS S3/S4 - decyzja taka była wywołana możliwym wyczerpaniem się pochłaniacza dwutlenku węgla w skafandrze Cassidy'ego podczas tej dość pracochłonnej czynności. Podczas tego spaceru do usuwania dwutlenku węgla zamiast wodorotlenku litu używany był METOX, nieznacznie mniej wydajny od LiOH. W skafandrze Marshburna mógł on wydajnie pracować przez siedem godzin, a w skafandrze Cassidyego przez pięć godzin, co oszacowano na podstawie zużycia LiOH we wcześniejszych spacerach misji. Rozkładanie PAS trwałoby 90 minut, a oszacowano, że powrót do śluzy musiałby nastąpić za około 100 minut. W przypadku



Instalacja poręczy na JEM EF (S127-E-009371)



Christopher Cassidy w skafandrze EMU i pomagający mu Roman Romanenko i Koichi Wakata (ISS020-E-025698)



Tom Marshburn po zakończeniu EVA-5 (S127-E-009402)

problemów z ponowną instalacją mocowań w obrębie PAS (co miało miejsce w przepadku bardzo podobnego mechanizmu UCCAS) nie byłoby już zatem czasu na rozwiązanie problemu. Podczas cumowania statku Progress M-67 już za 48 godzin taki niezabezpieczony mechanizm mógłby ulec uszkodzeniu. Dalsza część spaceru została więc przeznaczona na dodatkowe zadania niskiego priorytetu. Po zakończeniu prac w japońskiej części stacji astronauci zajmowali się jeszcze chowaniem wystających kabli oraz dodawaniem spinaczy okablowania w amerykańskiej części stacji. Zainstalowali też mocowanie na stopy, które pomoże podczas spacerów kosmicznych w przyszłości. Potem spakowali narzędzia i wrócili do śluzy Quest. Spacer kosmiczny EVA-5 zakończył się o godzinie 16:27 UTC i trwał 4 godziny i 54 minuty - przebiegał bardzo sprawnie i zakończył się sukcesem. Jedynym nie wykonanym zadaniem było rozkładanie mechanizmów PAS, co jednak mogło zaczekać na inny spacer kosmiczny. Łącznie pięć spacerów kosmicznych misji

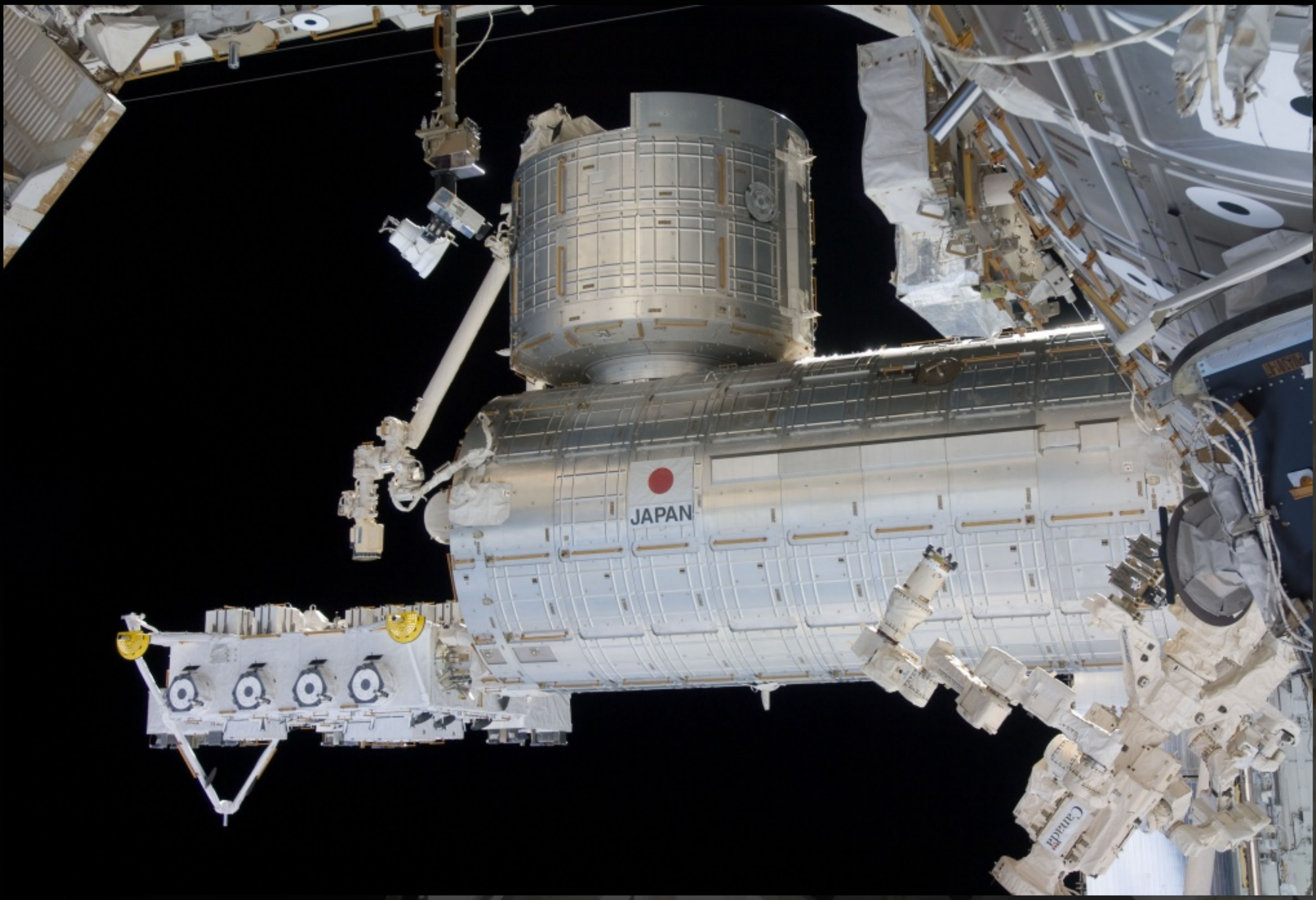


Zbliżenie przedstawiające platformę Japanese Experiment Module - Exposed Facility
(S127-E-009556)

2JA (STS-127) trwało 30 godzin i 30 minut. Był to już 130 spacer kosmiczny w historii ISS, a łącznie trwały one już 810 godzin i 36 minut (33.8 dnia). Był to również 102 spacer wykonany ze śluz stacji i 218 amerykański spacer kosmiczny w historii. Zarówno dla



Widok z pokładu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej na japońskie moduły orbitalne
(ISS020-E-025712)



Ukończone japońskie laboratorum badawcze stanowiące kompleks modułów Kibo JEM (ISS020-E-025622)

Marshburna jak i dla Cassidyego był to trzeci spacer w karierze. Marshburn miał na kącie łącznie 18 godzin i 59 minut EVA, a Cassidy - 18 godzin i 5 minut. W trakcie dnia część załogi kończyła przenoszenie wyposażenia pomiędzy wahadłowcem Endeavour a ISS i w odwrotną stronę - zajmował się tym głównie Doug Hurley. W kabinie wahadłowca na ISS dostarczono 986 kilogramów wyposażenia, a do zabrania na Ziemię przeznaczono natomiast 898 kilogramów. Pod koniec dnia transfer był ukończony w 82%. W trakcie dnia Mike Barratt i Tim Kopra pracowali z kilkoma eksperymentami. Kopra w dalszym ciągu zapoznawał się z pracą na stacji, w czym pomagał mu Koichi Wakata. Bob Thirsk w module Harmony zainstalował zaczepy służące do zamontowania nowego sprzętu do ćwiczeń - COLBERT (Combined Operational Load Bearing External Resistance Treadmill), który zostanie dostarczony w ramach misji STS-128.

FLIGHT DAY 14

Czternastego dnia misji, 28/29 lipca wahadłowiec Endeavour odcumował od Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Na początku dnia astronauci przenosili na pokład wahadłowca ostatnie ładunki, które obejmowały narzędzia używane podczas spacerów kosmicznych, a także zamrożone próbki z eksperymentów, których trwałość była ograniczona. Astronauci sprawdzili też narzędzia stosowane podczas odcumowania (np. dalmierze laserowe). Potem astronauci tworzący załogę wahadłowca oraz stacji spotkali się w module Harmony, gdzie odbyła się krótka ceremonia pożegnalna. Następnie załoga wahadłowca wraz z Koichim Wakatą przeszli na pokład promu Endeavour, a Timothy Kopra pozostał na stacji jako inżynier pokładowy Ekspedycji 20. Astronauci wykonali potem testy szczelności włazów wahadłowca oraz Międzynarodowej Stacki Kosmicznej. W systemie ODS zainstalowana została również



Pakowanie sprzętu EVA do przeniesienia na prom (ISS020-E-025962)



Julie Payette na pokładzie Endeavor (S127-E-011052)

kamera. Podczas większości misji wahadłowców na ISS załoga zamykała włazy pomiędzy promem i stacją podczas dnia poprzedzającego odcumowanie. Jednak z powodu opóźnienia misji konieczne było przyspieszenie tych procedur, aby odłączenie odbyło się przed cumowaniem statku Progress M-67 (misja 34P). Opóźniono też przegląd osłony termicznej wahadłowca - przesunięcie wyniosło jeden dzień. Wkrótce po zamknięciu włazów stacja została ustawiona w orientacji przestrzennej właściwej do odcumowania, czyli z orbiterem skierowanym do kierunku ruchu. Podczas wspólnej fazy misji do kierunku ruchu był skierowany kompleks rosyjski, dzięki czemu osłona termiczna wahadłowca była mniej narażona na zderzenia z odłamkami orbitalnymi. Endeavour odłączył się od łącznika PMA 2 o godzinie 17:26 UTC, po 10 dniach, 23 godzinach i 39 minutach od zacumowania. Miało to miejsce w czasie gdy oba statki przelatywały na wysokości 350,8 kilometra ponad środkowym Oceanem Indyjskim i w trakcie nocy orbitalnej. Wahadłowiec został odepchnięty przez



Załoga misji STS-127 oraz członkowie Ekspedycji 20 pozują do wspólnego zdjęcia w module Harmony (S127-E-009733)

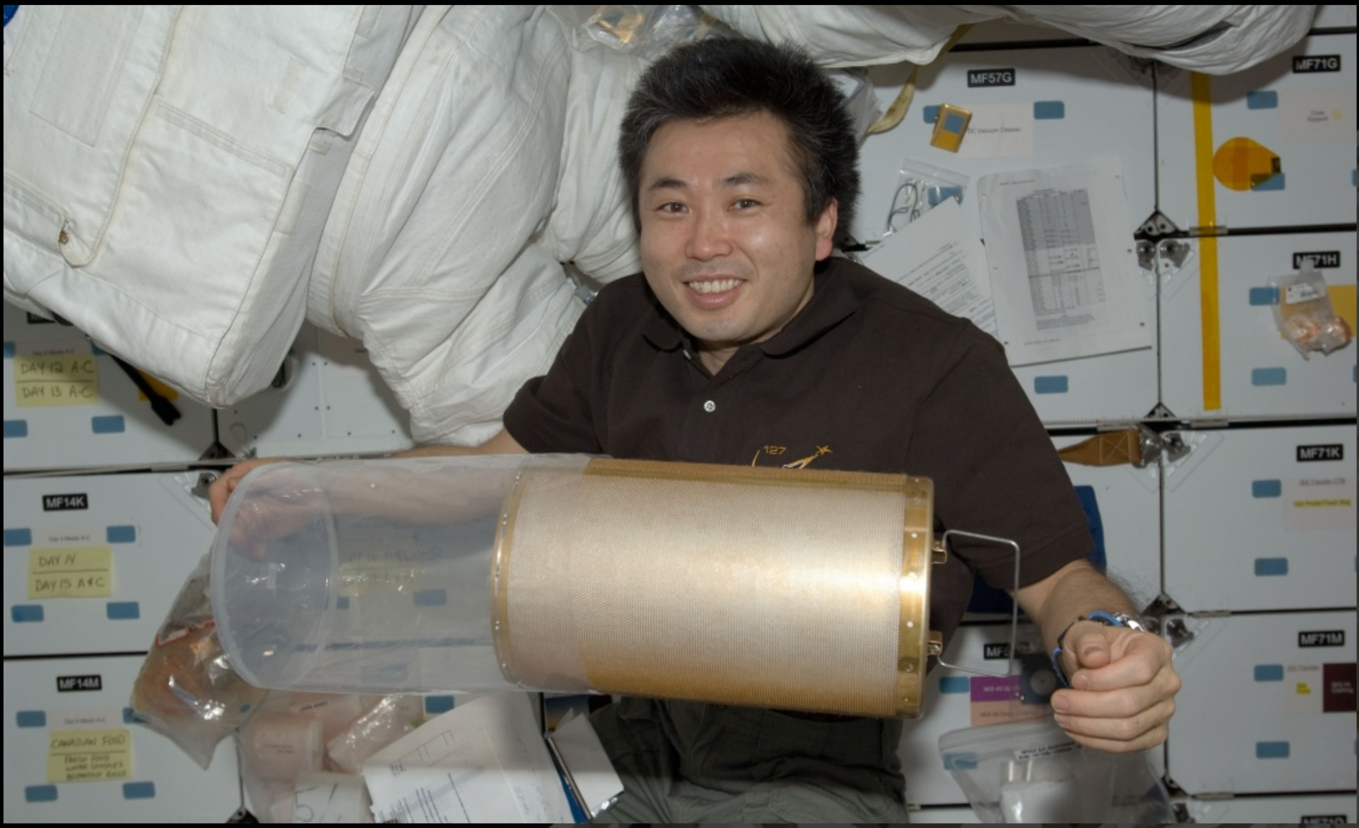


Michael Barratt dokonuje imspekcji włazu w module PMA 2 przed jego planowanym zamknięciem (S127-E-009748)

mechanizm sprężynowy na odległość 60 centymetrów, a następnie pilot misji - Doug Hurley oddalił go na odległość 122 metrów od Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Tam rozpoczęty został manewr oblotu stacji, który został wykonany nad północnym Atlantykiem, na wysokości



Mark Polansky (po lewej) zamyka właz łączący wahadłowiec ze Stacją; opracji przygląda się Christopher Cassidy (S127-E-009751)



Astronauta JAXA Koichi Wakata podczas wymiany pochłaniacza dwutlenku węgla opartego o wodorotlenek litu (S127-E-009756)

355,6 kilometra. Oblot miał na celu zebranie dokładnej dokumentacji fotograficznej ISS, która pozwalała na wyszukanie ewentualnych uszkodzeń na jej powierzchni. Tak jak podczas poprzednich misji, wahadłowiec Endeavour rozpoczął przelot w pozycji z ładownią skierowaną



Mark Polansky w kokpicie wahadłowca podczas oddalania się Endeavour od węzła cumowniczego PMA 2 (S127-E-011163)

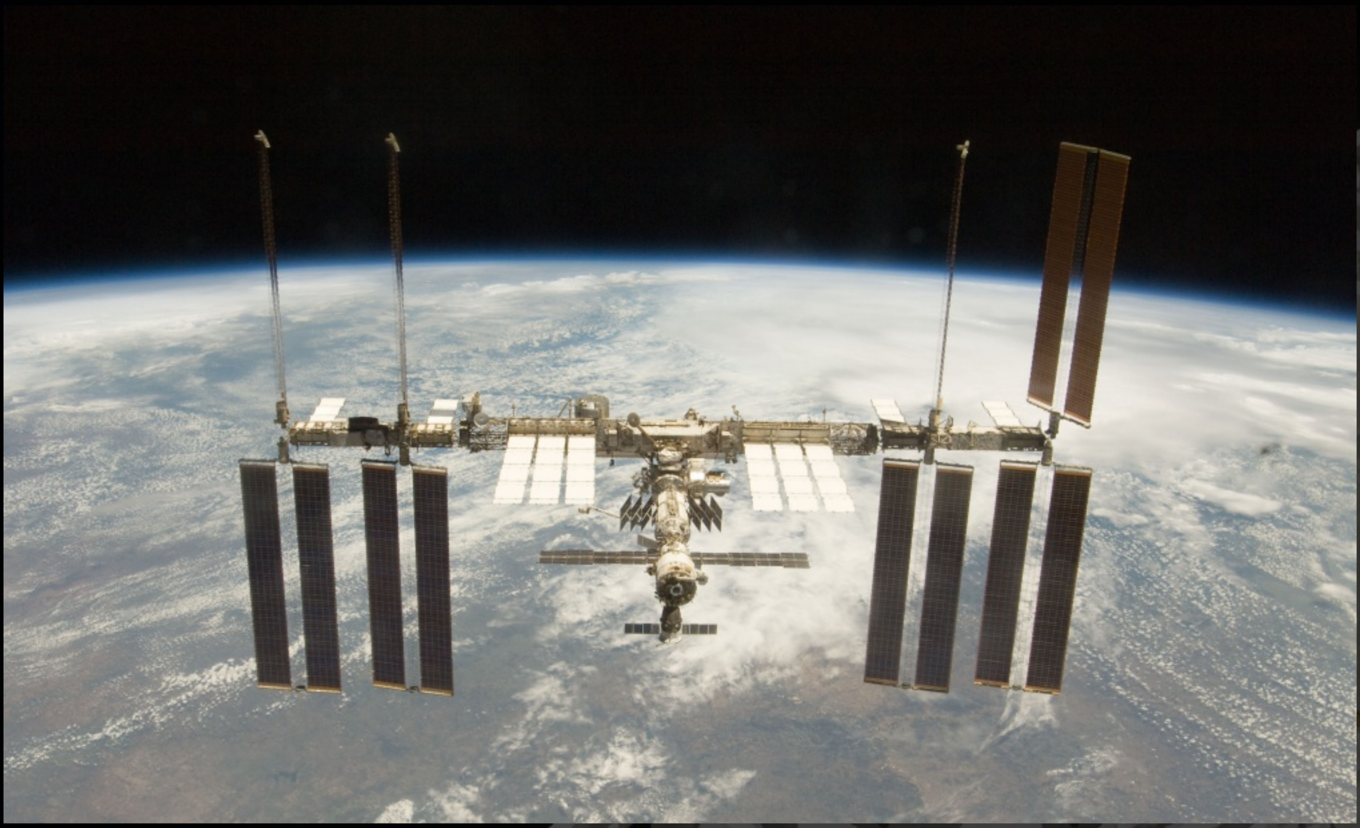


Christopher Cassidy wykorzystuje laser do określenia odległości od Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (S127-E-011166)

w stronę PMA 2. Następnie przeleciał nad stacją, za modułem Zvezda, pod stacją i zajął pozycję wyjściową przed PMA 2. W ten sposób uzyskano zdjęcia ISS z ukończonym już kompleksem japońskim. Po oblocie, o godzinie 19:09 UTC wykonany został pierwszy manewr



Widok na kompleks ISS podczas wykonywania oblotu wokół stacji w celu uzyskania dukumentacji fotograficznej (S127-E-011186)



Christopher Cassidy wykorzystuje laser do określenia odległości od Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (S127-E-011166)

silnikowy, który oddalił wahadłowiec od Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, a następnie wykonano manewr separacyjny 2, który zwiększył tempo oddalania się wahadłowca Endeavour od ISS.



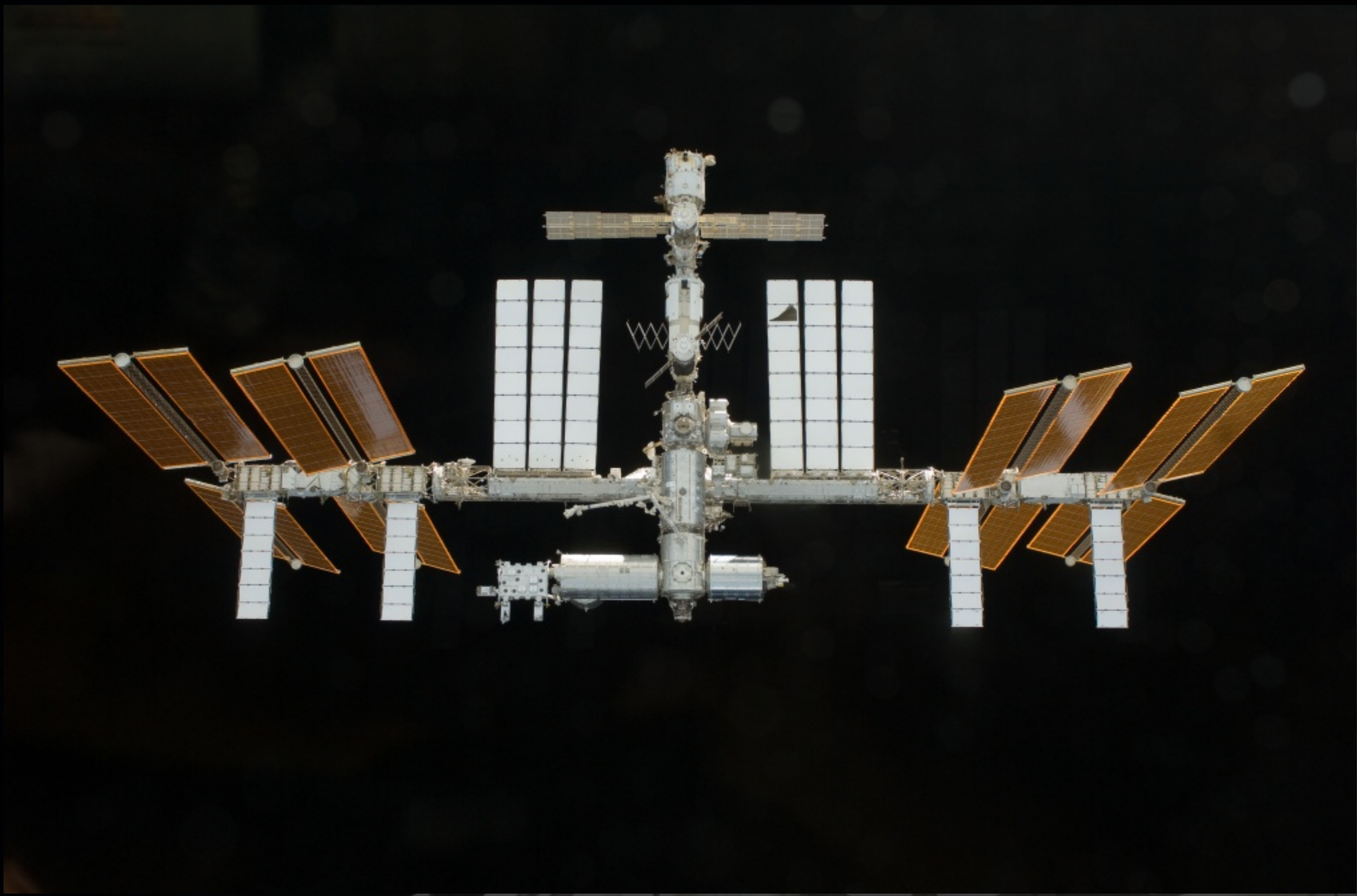
Widok na kompleks ISS podczas wykonywania oblotu wokół stacji w celu uzyskania dukumentacji fotograficznej (S127-E-011186)



Część załogi misji STS-127 w trakcie lotu wokół Międzynarodowej Stacji Kosmicznej
(S127-E-011243)



Endeavour pod koniec oblotu kompleksu ISS
(ISS020-E-026049)



Międzynarodowa Stacja Kosmiczna; widoczne uszkodzenie fragmentu radiatorów
(S127-E-011280)



Tom Marshburn i Christopher Cassidy (po prawej) obserwują oddalającą się stację kosmiczną
(S127-E-011291)

FLIGHT DAY 15

Piętnastego dnia lotu, 29/30 lipca przeprowadzono przegląd osłony termicznej wahadłowca za pomocą OBSS. Pozwalał on na wyszukanie ewentualnych uszkodzeń wywołanych przez kosmiczne śmieci lub mikrometeoroidy. Podczas badań stanu osłony OBSS został pochwycony za pomocą manipulatora RMS i odłączony od uchwytów mocujących go do boku ładowni. Ramieniem sterowali Mark Polansky, Julie Payette i Douglas Hurley. Następnie



Pilot Doug Hurley steruje wahadłowcem z tylnej części górnego pokładu Endeavour
(S127-E-011375)



Tom Marshburn pracuje w śluzie wahadłowca na środkowym pokładzie
(S127-E-011380)



Christopher Cassidy usuwa kurz z filtrów powietrza
(S127-E-011381)



Dave Wolf na środkowym pokładzie promu
(S127-E-011383)



Cassidy ćwiczy na środkowym pokładzie Endeavour
(S127-E-011399)



Mark Polansky przy konsoli górnego pokładu
(S127-E-011412)



Wahadłowiec kosmiczny Endeavour na orbicie Ziemi podczas piętnastego dnia misji
(S127-E-011482)

sensory OBSS posłużyły do skanowania paneli na przedniej krawędzi skrzydła prawego, potem przebadana została część dziobowa orbitera. Po obiedzie wykonano przegląd paneli przedniej krawędzi skrzydła lewego co zakończyło badania osłony termicznej. Nie zauważono



Mark Polansky na tle okien tylnej części górnego pokładu promu kosmicznego
(S127-E-011529)



Zdjęcie ładowni wahadłowca z widocznymi złożonymi systemami OBSS i SRMS
(S127-E-011916)



Uwolniony DRAGONSat na orbicie Ziemi
(S127-E-012774)

FLIGHT DAY 16

Szesnastego dnia misji, 30/31 lipca załoga prowadziła przygotowania do lądowania. W pierwszej połowie dnia Mark Polansky i Doug Hurley wykonali standardowe testy systemów używanych podczas lądowania, przeprowadzili także testowe odpalenie silników RCS oraz uruchomili APU (Auxiliary Power Unit) i sprawdzili wychylane powierzchnie aerodynamiczne, służące do sterowania w trakcie lotu atmosferycznego. Podczas testów RCS okazało się, że jeden silnik F2F znajdujący się w przedniej części orbitera nie pracuje - nie sprawiało to jednak problemów. Później z ładowni wahadłowca Endeavour uwolnione zostały dwa miniaturowe satelity, które dotychczas znajdowały się one w pojemnikach zainstalowanych na prawym boku ładowni. Pierwszym wyrzuconym satelitą był satelita nawigacyjny podwójnego autonomicznego GPS (Dual Autonomous Global Positioning System On-Orbit Navigator Satellite



ANDE 2 opuszcza ładownię Endeavour
(S127-E-011052)

- DRAGONSAT). Został uwolniony o godzinie 12:34 UTC, w czasie gdy wahadłowiec przelatywał na wysokości 336 kilometrów nad Boliwią i służył do zebrania danych dotyczących autonomicznego cumowania dwóch obiektów na orbicie. Z tego względu składał się właściwe z dwóch pikosatelitów - AggieSat2 i PARADIGM odbierających dane nawigacyjne wysyłane ze stacji na uniwersytecie Texas A&M University i uniwersytecie stanu Teksas (University of Texas) w Austin. Obie uczelnie wspólnie finansowały i obsługiwały eksperyment. Satelity zbierały dane przez dwie orbity w konfiguracji połączonej, a następnie rozdzieliły się. Drugim uwolnionym satelitą był ANDE 2 (Atmospheric Neutral Density Experiment 2). Został wyrzucony o godzinie 17:23 UTC, gdy wahadłowiec przelatywał na wysokości 330 kilometrów nad Teksasem. Satelita ten był częścią projektu Departamentu Obrony mającego na celu dostarczenie satelitów wysokiej jakości przeznaczonych do testów technik kalibracyjnych i opracowania modeli pozwalających na precyzyjne określanie orbit



Zbliżenie na Atmospheric Neutral Density Experiment 2 przed uwolnieniem dwóch sferycznych satelitów
(S127-E-012895)



Uwolnienie satelitów eksperymentu ANDE 2
(S127-E-012919)

obiektów poruszających się na orbitach okołoziemskich. W tym celu ANDE 2 pełnił funkcję celu dla radaru i sensorów optycznych U.S. Space Surveillance Network. Jego celem było też dostarczenie danych na temat składu i gęstości atmosfery potrzebnych do weryfikacji sensorów używanych przez Siły Powietrzne. ANDE 2 składał się z dwóch sferycznych pikosatelitów umieszczonych w cylindrycznym pojemniku - po uwolnieniu pojemnik otworzył się i satelity opuściły jego wnętrze. Miały one identyczną średnicę (48 centymetrów), ale różniły się masą. Pikosatelita o większej masie nosił nazwę Pollux, a o mniejszej - Castor. W trakcie dnia załoga pakowała też wyposażenie przed planowanym lądowaniem. Na pokładzie ustawiony został również fotel dla Koichi Wakaty, ustawiony w pozycji leżącej. Astronauci rozmawiali też z reporterami. Lądowanie było zaplanowane na następny dzień - 31 lipca istniały dwie okazje do jego wykonania, oba w KSC. Na ten dzień nie przegotowywano zapasowego miejsca lądowania w Bazie Sił Powietrznych Edwards (Edwards Air Force Base - EAFB) w Kalifornii. Prognozy pogody wskazywały na sprzyjające warunki atmosferyczne na Florydzie. Przewidywano niewielkie zachmurzenie na wysokości 900 metrów, rozproszone chmury na wysokości 2400 metrów i przerywaną powłokę chmur na wysokości 7,5 kilometra, a także niewielkie wiatry południowo - wschodnie. Istniała jednak niewielka szansa na opady i burze w odległości 48 kilometrów od pasa w czasie lądowania, która jednak rosła przy drugiej okazji do lądowania. Z powodu ograniczonych zapasów wodorotlenku litu wahadłowiec musiał wylądować najpóźniej 2 sierpnia. W przypadku konieczności odwołania lądowania 31 lipca, kolejne podejście odbyłoby się najprawdopodobniej 1 sierpnia na Florydzie lub w Kalifornii. Na Ziemi zakończyły się analizy danych zebranych podczas badań osłony termicznej za pomocą OBSS - nie znaleziono żadnych uszkodzeń i uznano, że wahadłowiec jest w pełni zdolny do lądowania.

FLIGHT DAY 17
LANDING DAY

Trzydziesty pierwszy lipca był dniem lądowania wahadłowca Endeavour. Na początku dnia załoga pakowała ostatnie przedmioty, następnie o godzinie 10:04 UTC zamknięto drzwi ładowni i przestawiono oprogramowanie OPS-2 używane w czasie lotu orbitalnego na OPS-3 stosowane podczas lądowania. Później złożone zostały systemy śledzenia gwiazd wykorzystywane przez układ nawigacji inercyjnej, zamontowane w przedniej części orbitera. Pogoda w KSC była sprzyjająca, więc wykorzystano pierwszą okazję do lądowania, który przypadała na orbitę 248. Na trzy minuty przed manewrem deorbitacji Doug Hurley włączył pierwszy system APU. Odpalenie silników OMS powodujące zejście z orbity zostało rozpoczęto o godzinie 13:41:10 UTC, w czasie gdy wahadłowiec przelatywał na wysokości 321,8 kilometra ponad Oceanem Indyjskim, na zachód od Malezji. Manewr ten trwał 2 minuty i 51



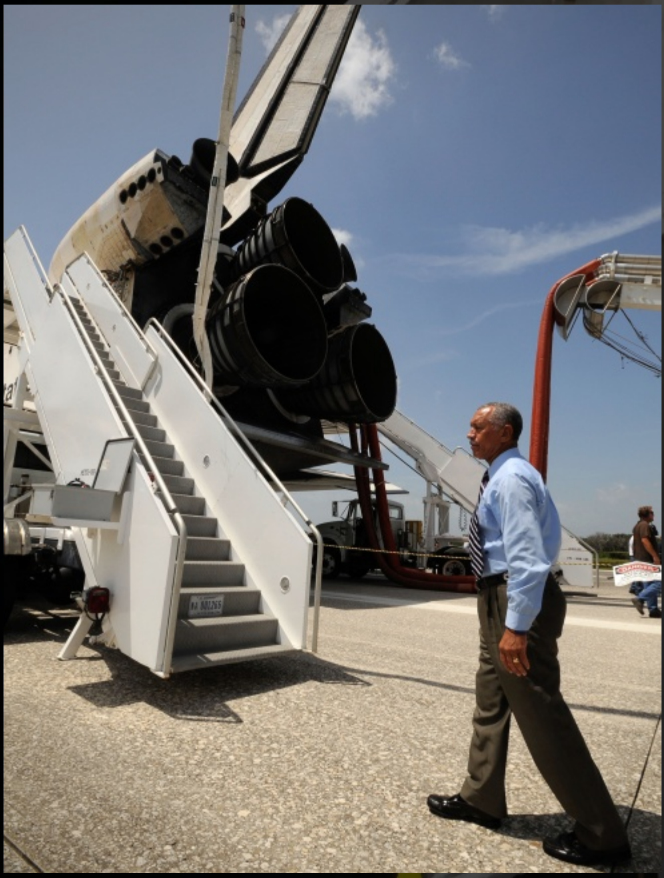
ANDE 2 opuszcza ładownię Endeavour (S127-E-011052)



Załoga misji STS-127 oraz członkowie Ekspedycji 20 pozują do wspólnego zdjęcia w module Harmony (S127-E-009733)



Endeavour z rozwiniętym spadochronem hamującym na pasie RW15 kompleksu SLF (STS127-S-073)



Administrator NASA Charles Bolden przy Endeavour (STS127-S-082)

sekund. Następnie wahadłowiec ustawił się w orientacji właściwej dla wejścia w atmosferę. Później wyrzucony został nadmiar paliwa silników manewrowych, co trwało 31 sekund. Gdy orbiter przelatywał nad Australią, uruchomione zostały pozostałe jednostki APU. O godzinie 14:16 UTC pojazd po raz pierwszy odczuł wpływ atmosfery - miało to miejsce na wysokości 122 kilometrów ponad południowym Pacyfikiem. W dalszej kolejności wykonano pierwszy z czterech skrętów pozwalających na szybsze wytracenie energii kinetycznej. Następnie orbiter przeleciał nad Kostaryką, Karaibami i Kubą. Później znalazł się nad Florydę - nad lądem przeleciał ponad Everglades, Alligator Alley, południowo - wschodnim brzegiem jeziora Okeechobee, oraz Brevard County. Na siedem minut przed lądowaniem uwolnione zostały próbniki powietrza dostarczające danych nawigacyjnych, takich jak kąt natarcia, wysokość i szybkość wiatru. Następnie wahadłowiec przeleciał nad miastem Rockledge, rzeką Indian River i wyspą Merritt

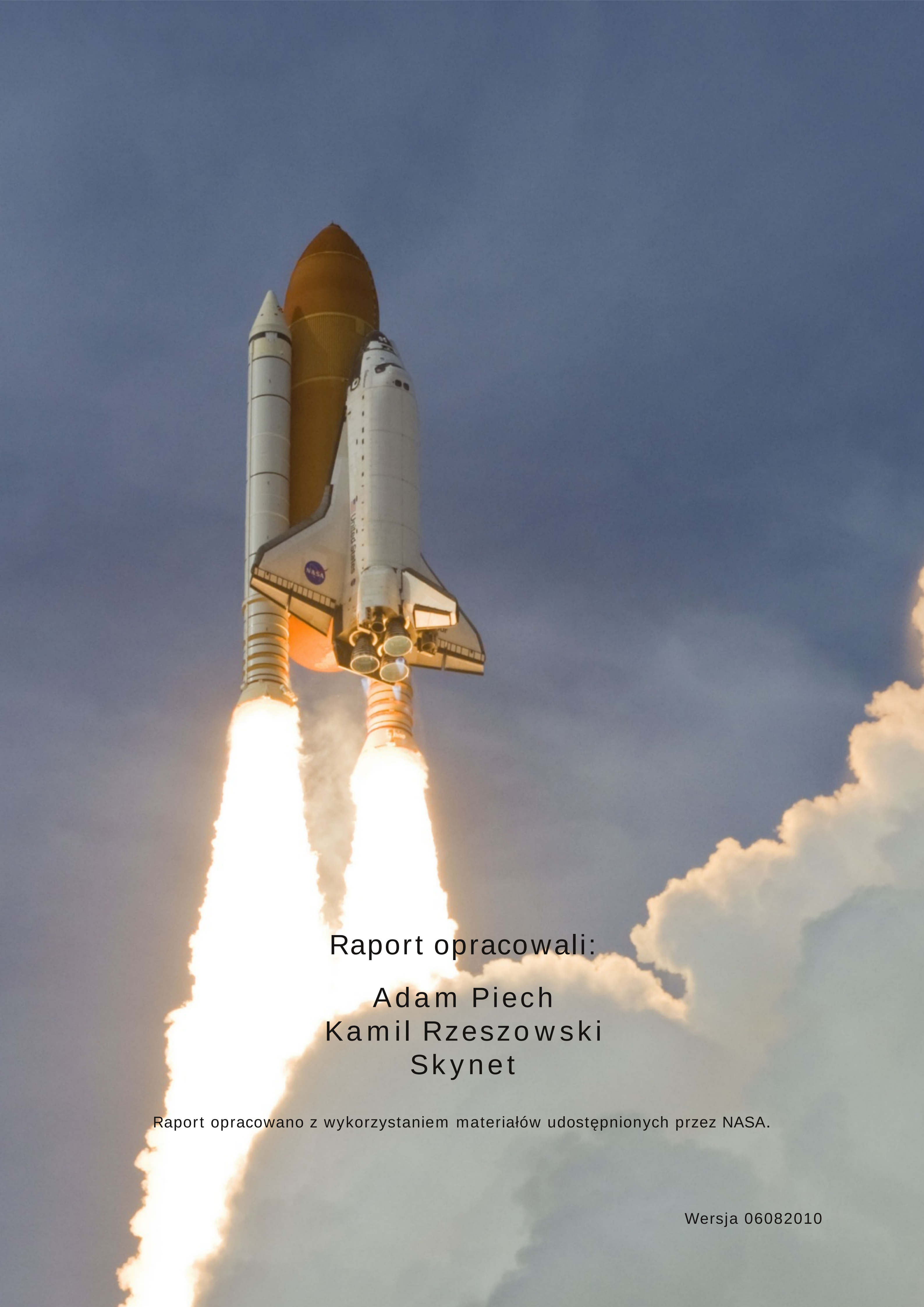


Załoga udziela wywiadu po zakończeniu misji STS-127
(NASA/Kim Shiflett)

wlatując nad KSC. Po minięciu kompleksu startowego 39 i VAB, Mark Polansky wykonał 210-stopniowy skręt nad Atlantykiem kierując pojazd na pas lądowania. Następnie Doug Hurley wysunął podwozie. Wahadłowiec wylądował na pasie RW 15 kompleksu SLF (Shuttle Landing Facility) o godzinie 14:48:08 UTC (wtedy odnotowano dotknięcie pasa przez koła główne). Lądowanie przebiegło bez żadnych problemów. Było to 71 lądowanie promu kosmicznego na Florydzie.

PODSUMOWANIE

Misja STS-127, oznaczona w grafiku lotów na Międzynarodową Stację Kosmiczną jako 2JA trwała 15 dni, 16 godzin, 44 minuty i 58 sekund. W tym czasie wahadłowiec Endeavour przebył dystans 10 537 748 kilometrów w czasie 248 orbit. Koichi Wakata przebywał w kosmosie 137 dni, 15 godzin, 4 minuty i 24 sekundy, z czego 133 dni spędził na ISS. Lot zakończył się pełnym powodzeniem. W jego trakcie na ISS bez problemów zainstalowano platformę JEM EF, co zakończyło montaż japońskiego kompleksu stacji. Podczas przenoszenia wyposażenia z platformy JEM ELM ES na JEM EF po raz pierwszy praktycznie wykorzystano manipulator JEM RMS. Na ISS dostarczono 986 kilogramów, a na Ziemię zabrano 898 kilogramów materiałów. Była to dopiero druga misja wahadłowca na Międzynarodową Staję Kosmiczną, której plan zakładał wykonanie pięciu spacerów kosmicznych. W ich trakcie udało się wykonać prawie wszystkie zadania, takie jak przenoszenie części zamiennych z ICC-VLD na ESP-3 oraz wymianę baterii ITS P6, co było istotne dla długofalowego funkcjonowania stacji. Jedynym nie wykonanym zadaniem było rozkładanie mechanizmów PAS, jednak nie powodowało to problemów w najbliższym czasie.



Raport opracowali:

Adam Piech
Kamil Rzeszowski
Skynet

Raport opracowano z wykorzystaniem materiałów udostępnionych przez NASA.

Wersja 06082010